

## METHOD AND APPARATUS FOR FORMING IMAGE

**Patent number:** JP2003207984

**Publication date:** 2003-07-25

**Inventor:** KAWADA MASAYA; EBARA TOSHIYUKI

**Applicant:** CANON INC.

### Classification

**- international:** G03G15/02; G03G5/08; G03G9/08; G03G9/083;  
G03G9/087; G03G9/097; G03G15/08; G03G21/00;  
G03G21/10

- european:

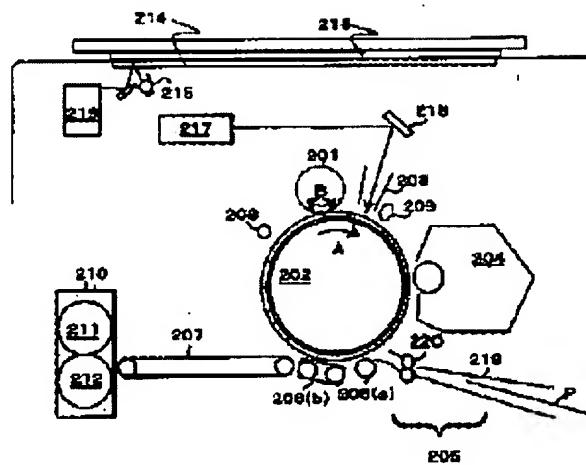
Application number: JP20020004562 20020111

**Priority number(s):**

Abstract of JP2003207984

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image forming method with excellent durability by which residual toner after transfer is normalized uniformly and without insufficiency in image forming without a cleaner or by a contact charging system and to provide an image forming apparatus.

**SOLUTION:** A photoreceptor has a noncrystal surface layer which includes at least carbon atoms and silicon atoms. The photoreceptor is charged by applying voltage on a charging member which is brought into contact with the photoreceptor via conductive fine particles. Development is performed by using a developer provided with toner particles which are 35 to 75% in an aggregation degree, contain at least a binding resin and a colorant and indicate a charging polarity being the same as that of the photoreceptor. Thus the residual toner after transfer is collected from the photoreceptor to a developer carrier body in a succeeding developing process. In the image forming method, a value (Z) is made to be equal to or less than -20, which value is obtained by using a formula  $Z = \ln(Y) \times \Delta V$  from a silicon atom content (Y) in the surface layer and a charging potential difference ( $\Delta V$ ) which is the difference between the potential on the surface of the photoreceptor and the potential of the charging member.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-207984  
(P2003-207984A)

(43)公開日 平成15年7月25日(2003.7.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 3 G 15/02	1 0 1	G 0 3 G 15/02	1 0 1 2 H 0 0 5
5/08	3 0 3	5/08	3 0 3 2 H 0 6 8
9/08	3 7 4	9/08	3 7 4 2 H 0 7 7
9/083		21/00	2 H 1 3 4
9/087			3 2 6 2 H 2 0 0

審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全 43 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-4562(P2002-4562)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(22)出願日 平成14年1月11日(2002.1.11)

(72)発明者 河田 将也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 江原 俊幸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 100085006

弁理士 世良 和信 (外2名)

最終頁に続く

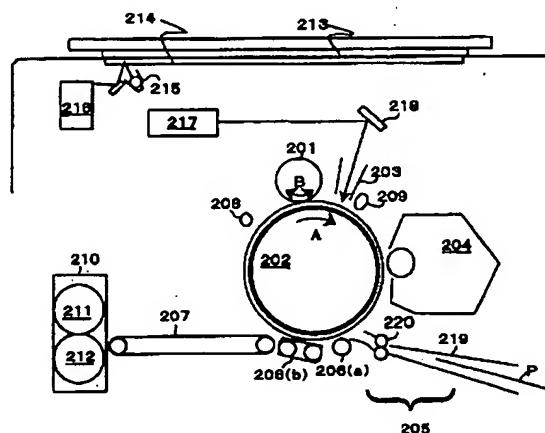
## (54)【発明の名称】 画像形成方法及び画像形成装置

## (57)【要約】

【課題】 クリーナーレスかつ接触帶電方式の画像形成において、転写残トナーを均一にかつ不足なく正規化することができ、かつ耐久性に優れる画像形成方法及び画像形成装置を提供する。

【解決手段】 炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有する感光体を、導電性微粒子を介して感光体に接触する帶電部材に電圧を印加して帶電させ、凝集度が35%以上70%以下であって、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有し、感光体の帶電極性と同極性の帶電極性を示すトナー粒子を有する現像剤を用いて現像し、転写残トナーを次の現像工程にて感光体から現像剤担持体に回収する画像形成方法で、表面層中のケイ素原子の含有量(Y)と、感光体表面電位と帶電部材の電位との差である帶電電位差( $\Delta V$ )とから下式で求められる値(Z)を-20以下とする。

$$【数1】 Z = 1 n (Y) \times \Delta V$$



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 感光体に接触して設けられる帶電部材に電圧を印加して感光体を帯電させる工程と、前記工程によって帯電している感光体に静電潜像を形成する工程と、現像剤担持体に担持されている現像剤を前記工程によって静電潜像が形成されている感光体に供給して静電潜像を現像する工程と、前記工程によって形成された感光体上の現像剤像を転写材に転写する工程と、転写後に感光体上に残留する現像剤を、前記帶電部材と感光体との接触部位を通過させた後に感光体から前記現像剤担持体に回収する工程と、を含む画像形成方法において、

$$Y [\text{ppm}] = (S_i \text{ 原子数}) / (C \text{ 原子数} + S_i \text{ 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

【数2】  $\Delta V = V_2 - V_1 \quad (2)$

(ただし  $V_1$  は帶電部材の電位であり、 $V_2$  は帶電した感光体の表面電位である。)

【数3】  $Z = 1 n (Y) \times \Delta V \quad (3)$

【請求項2】 前記Zの値が-30以下であることを特徴とする請求項1記載の画像形成方法。

【請求項3】 前記Zの値が-40以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の画像形成方法。

【請求項4】 前記Zの値が-300以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項5】 前記Yの値が1,000以上であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項6】 前記Yの値が200,000以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項7】 前記現像剤の着色剤が磁性粉体であることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項8】 前記現像剤の凝集度が60%以下であることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項9】 前記現像剤の平均円形度が0.950以上0.995以下であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項10】 前記現像剤のモード円形度が0.99以上であることを特徴とする請求項9に記載の画像形成方法。

【請求項11】 前記帶電部材は、前記感光体に対してカウンター駆動することを特徴とする請求項1～10のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項12】 複数の前記帶電部材を用い、これらの帶電部材のうち少なくとも一つを前記感光体に対して順方向駆動させることを特徴とする請求項1～11のいず

前記帶電させる工程では、前記感光体に、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有する感光体を用い、前記帶電部材と感光体とを導電性微粒子を介して接触させ、かつ感光体に対して相対速度差を有して帶電部材を駆動させ、

前記現像する工程では、前記現像剤に、凝集度が35%以上70%以下であって、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有し、前記感光体の帶電極性と同極性の帶電極性を示すトナー粒子を有する現像剤を用い、

下式(1)で求められる感光体表面層中のケイ素原子の含有量をYとし、下式(2)で求められる帶電電位差を $\Delta V$ としたときに、下式(3)で求められる値であるZが-20以下であることを特徴とする画像形成方法。

## 【数1】

れか一項に記載の画像形成方法。

【請求項13】 前記帶電部材に印加される電圧は、交流電圧が重畳されたものであることを特徴とする請求項1～12のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項14】 前記帶電部材には、芯金と、この芯金に支持される中抵抗の弾性部材とを有する帶電部材を用いることを特徴とする請求項1～13のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項15】 前記現像剤の79.6 kA/mにおける飽和磁化が10 Am<sup>2</sup>/kg以上50 Am<sup>2</sup>/kg以下であることを特徴とする請求項7～14のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項16】 前記現像剤の摩擦帶電量が-15 μC/g以上-3 μC/g以下であることを特徴とする請求項1～15のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項17】 前記現像剤のトナー粒子における結着樹脂は、スチレン、アクリル酸及びそのエステル、及びポリエステルのうち、少なくとも一種以上を主原料とする樹脂であることを特徴とする請求項1～16のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項18】 前記現像剤のトナー粒子は、表面に金属酸化物粒子を有することを特徴とする請求項1～17のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項19】 前記導電性微粒子の体積抵抗が10<sup>9</sup> Ω cm以下であることを特徴とする請求項1～18のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項20】 前記導電性微粒子には、少なくともその表面に金属酸化物を有する導電性微粒子を用いることを特徴とする請求項1～19のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項21】 前記静電潜像を形成する工程は、現像部位に露光を照射するIAE (Image Area Exposure) 方式であることを特徴とする請求項1～20のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項22】 前記現像する工程は、非接触現像であ

ることを特徴とする、請求項1～21のいずれか一項に記載の画像形成方法。

【請求項23】 感光体と、

この感光体に接触して設けられ感光体に接触した状態で感光体に対して相対的かつ自在に駆動する帶電部材を少なくとも有し、帶電部材に所定の電圧を印加して感光体を帯電させる帯電手段と、

帯電した感光体に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、

現像剤を担持する現像剤担持体を少なくとも有し、現像剤担持体が担持する現像剤を前記静電潜像が形成されている感光体に供給して静電潜像を現像する現像手段と、現像によって形成された感光体上の現像剤像を転写材に転写させる転写手段と、を有し、

前記現像手段は、転写後に前記感光体上に残留し、前記

$$Y [\text{ppm}] = (S_i \text{ 原子数}) / (C \text{ 原子数} + S_i \text{ 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

【数5】  $\Delta V = V_2 - V_1 \quad (2)$

(ただし  $V_1$  は帶電部材の電位であり、 $V_2$  は帯電した感光体の表面電位である。)

【数6】  $Z = 1 n (Y) \times \Delta V \quad (3)$

【請求項24】 前記導電性微粒子は、少なくともその表面に金属酸化物を有することを特徴とする請求項23記載の画像形成装置。

【請求項25】 前記Zの値が-30以下であることを特徴とする請求項23又は24に記載の画像形成装置。

【請求項26】 前記Zの値が-40以下であることを特徴とする請求項23～25のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項27】 前記Zの値が-300以上であることを特徴とする請求項23～26のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項28】 前記Yの値が1,000以上であることを特徴とする請求項23～27のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項29】 前記Yの値が200,000以下であることを特徴とする請求項23～28のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項30】 前記現像剤の着色剤が磁性粉体であることを特徴とする請求項23～29のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項31】 前記現像剤の凝集度が60%以下であることを特徴とする請求項23～30のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項32】 前記現像剤の平均円形度が0.950以上0.995以下であることを特徴とする請求項23～31のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項33】 前記現像剤のモード円形度が0.99以上であることを特徴とする請求項32に記載の画像形成装置。

【請求項34】 前記帶電部材は、前記感光体に対して

帶電部材と感光体との接触部位を通過した転写残像剤を感光体から前記現像剤担持体に回収する現像兼回収手段である画像形成装置において、

前記感光体は、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有し、

前記帶電部材は、表面に導電性微粒子を有し、導電性微粒子を介して前記感光体に接触し、

前記現像剤は、凝集度が35%以上70%以下であり、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有し、前記感光体の帶電極性と同極性の帶電極性を示すトナー粒子を有し、下式(1)で求められる感光体表面層中のケイ素原子の含有量をYとし、下式(2)で求められる帯電電位差を $\Delta V$ としたときに、下式(3)で求められる値であるZが-20以下であることを特徴とする画像形成装置。

【数4】

$$Y [\text{ppm}] = (S_i \text{ 原子数}) / (C \text{ 原子数} + S_i \text{ 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

カウンター駆動することを特徴とする請求項23～33のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項35】 前記帶電部材は、少なくとも芯金と、この芯金上に支持される中抵抗の弾性部材とを有することを特徴とする請求項23～34のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項36】 前記帶電部材を複数有し、これらの帶電部材のうち少なくとも一つは、前記感光体に対して順方向駆動することを特徴とする請求項23～35のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項37】 前記帶電部材は、交流電圧を重畠可能な電源によって電圧を印加されることを特徴とする請求項23～36のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項38】 前記現像剤の79.6 kA/mにおける飽和磁化が10 Am<sup>2</sup>/kg以上50 Am<sup>2</sup>/kg以下であることを特徴とする請求項30～37のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項39】 前記現像剤の摩擦帶電量が-15 μC/g以上-3 μC/g以下であることを特徴とする請求項23～38のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項40】 前記現像剤のトナー粒子における結着樹脂は、スチレン、アクリル酸及びそのエステル、及びポリエステルのうち、少なくとも一種以上を主原料とする樹脂であることを特徴とする請求項23～39のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項41】 前記現像剤のトナー粒子は、表面に金属酸化物を有することを特徴とする請求項23～40のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項42】 前記導電性微粒子の体積抵抗が、10<sup>9</sup> Ω cm以下であることを特徴とする請求項23～41のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【請求項43】 前記静電潜像形成手段は、現像部位に露光を照射する手段であることを特徴とする請求項23～42のいずれか一項に記載の画像形成装置。

**【請求項44】** 前記現像手段は、前記現像剤担持体が前記感光体に対して非接触に設けられる非接触現像手段であることを特徴とする請求項23～43のいずれか一項に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明が属する技術分野】** 本発明は、いわゆるクリーナーレスの画像形成方法、具体的には現像手段により転写残トナーを回収する画像形成方法、特に接触帯電工程を含むクリーナーレスの画像形成方法及び画像形成装置に関する。より具体的には上記のような電圧印加方式の帯電手段を感光体の帯電手段として、現像手段による転写残トナーの回収性を向上させ、良好な画質を極めて長期にわたって安定して供給する電子写真方法及び電子写真装置に適用される画像形成方法及び画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】1. 【電子写真装置の背景】

電子写真装置は、従来の原稿を複写するいわゆる複写機のみならず、近年需要の伸びの著しいコンピュータ、ワードプロセッサの出力手段としてのプリンターを加え、広く利用されている。こうしたプリンターは、従来のオフィスユースのみならずパーソナルユースが増大し、低コスト、メンテナンスフリーといった経済性が重視される。さらに、エコロジーの観点から、廃棄物が微量であるか、又は廃棄物レスであることが重要視されてきている。また、両面コピー、再生紙利用等、紙の消費低減、消費電力低減などの省エネルギー性、オゾン量低減等の環境への対応が、経済性と同様の重要度で求められている。

【0003】2. 【クリーナーレス】

従来主流であったクリーナーによるクリーニング方式を採用する電子写真装置では、繊維状の部材等からなるブラシクリーナーや、ウレタンゴム等の弾性体ブレード等により、感光体表面から転写残の現像剤（トナー）を除去し廃現像剤（廃トナー）容器に回収してユーザーから廃トナーを回収したり、廃トナー容器を含んだカートリッジ構成にするなどしてカートリッジごと廃トナーをユーザーから回収するなどの手法がとられていた。しかしながら、実情では必ずしも全数のカートリッジが回収されない場合があることや、回収した廃トナーの処分等を考慮すると、廃トナーレスの電子写真方法であることが環境の面から望ましい。

【0004】廃トナーレスの手段として、クリーナーレスの電子写真方法が挙げられる。クリーナーレスの例として、転写残トナーを均して非バターン化し、いわゆるゴーストが出ないようにする方法や、転写工程で転写されきらず感光体表面に残留した、いわゆる転写残現像剤（転写残トナー）を次期の現像工程において現像手段内に回収し再利用する、いわゆる現像兼回収方式の電子写

真方法がある。このような現像兼回収方式の電子写真方法では、転写残トナーを帶電工程などで一旦回収し、適宜な量を感光体上に排出して現像工程で回収する方法が知られている。

【0005】転写残トナーを帶電工程等で一旦回収して、適宜な量を感光体上に排出して現像工程で回収する電子写真方法においては、接触型の帯電方式が使用されることが多い。特に、後述するような注入帯電方式におけるクリーナーレスの例としては、特開2000-172053号公報に、磁気ブラシやファーブラシなどの注入帯電方式の帯電部材を使用し、接触帯電部材と感光体の摩擦帯電極性において、接触帯電部材の摩擦帯電極性を感光体の帯電極性と同極性とすることで転写残トナーの回収性を向上することが開示されている。特に磁気ブラシ注入帯電方式の場合には、さらに磁気ブラシを構成する磁性粒子の保持性のために、磁性粒子の摩擦帯電極性を感光体の帯電極性と同極性とすること、またそのための磁性粒子の処理方法が開示されている。

【0006】また、一般に現像剤であるトナーは、転写工程によりトナーの正規極性とは逆の極性の電圧が印加されるため、転写残トナーには、正規の極性とは逆の極性の状態になっている、いわゆる反転トナーが混在していることが多い。現像兼回収方式は、帯電工程を通過後の転写残トナーを現像工程中に回収するものであり、転写残トナーが回収され易い正規の極性にそろっていることが重要である。上記の例としては、特開平05-002287号公報に、有機感光体（OPC）と接触現像方式の現像手段を使用し、現像手段に突入する際の転写残トナーの帶電量 $|q_t|$ 及び抵抗を規定した、接触現像方式を採用した例が開示されている。

【0007】また、回収に当たっては、現像スリープ又は現像スリープに付着している現像剤によって形成される穂が感光体表面に当接していると、感光体上の転写残トナーが機械的に摺擦、回収がなされるのに対し、非接触の現像方式においては電気的な回収のみになるため、転写残トナーの帶電性、すなわち帯電工程における帯電などにより転写残トナーを正規帯電にそろえること、がより重要になる。このような場合には、帯電部材の感光体に対する電気的接触性に優れていることが好ましく、粒子状の導電性粒子を介して帯電手段を感光体に接触させる種々の系が知られている。

【0008】非接触の現像方式における現像兼回収の例としては、特開平10-274884号公報、特開平1-052678号公報、特開平11-065281号公報等に、磁気ブラシからなる帯電部材を使用した帯電工程を含む系で、帯電部材とトナーの摩擦帯電極性を規定、又は摩擦帯電極性を制御するために帯電部材を制御する手法が開示されている。

【0009】また、弾性部材と微粒子からなる帯電部材を使用した帯電工程を含む系では、特開2000-08

1762号公報、特開2000-081766号公報等に、微粒子である酸化亜鉛により転写残トナーが負極性(ネガ)化する傾向にあることが開示されており、また負極性現像剤(ネガトナー)を使用し、帶電工程における摺擦により現像剤が正規極性にネガ化され、現像工程において回収、再利用されることが開示されている。

#### 【0010】3. [帶電手段]

オゾン発生防止等の環境的配慮や均一帯電等の観点から優れている帶電手段としては、直接注入帶電方式の帶電手段が挙げられる。直接注入帶電は、接触帶電部材から感光体等の被帶電体に直接に電荷を注入することで被帶電体表面を帶電させる系である。直接注入帶電は、直接帶電、あるいは注入帶電、あるいは電荷注入帶電とも称される。

【0011】より詳しくは、中抵抗の接触帶電部材が被帶電体表面に接触して、放電現象を介さずに被帶電体表面に直接電荷注入を行うものである。この帶電系はイオンの発生を伴わないため、放電生成物による弊害は生じない。また、これらの帶電部材に印加される電圧はDC単独であっても、また実質的に放電を伴わない範囲でAC電圧を重畠してもよい。しかし、直接注入帶電であるため、接触帶電部材の被帶電体への接触性が帶電性に大きく効いてくる。そこでより高い頻度で被帶電体に接触する構成をとるため、接触帶電部材はより密な接触点を持つ、あるいは被帶電体との速度差を多く持つ等の構成が必要となる。

【0012】直接注入帶電機構に関して、一連の接触帶電部材のさまざまな改善といった技術的検討がなされる中で、前述の如く弹性体と導電性微粒子からなる帶電部材による帶電方式(1)が、また特開昭59-133569号公報等に開示されているように、磁気ブラシからなる接触帶電部材による帶電方式(2)が、また、特開昭57-046265号公報等のように、ファーブラシからなる接触帶電部材による帶電方式などが提案されている。特に帶電方式(1)及び(2)は感光体への接触性や耐久性の観点から有利である。直接注入帶電方式の電子写真装置に使用される帶電手段の一例を示す断面図を図3及び図4に示し、構成を説明する。

【0013】<帶電方式(1)に対応する帶電手段の帶電部材>図3にその一実施態様を示す。帶電部材301(a)は芯金301(a)-3と、芯金301(a)-3上に形成された低乃至中抵抗の導電性の弹性部材301(a)-2と、少なくとも感光体との当接部に介在するように弹性部材上に塗布される導電性微粒子301(a)-1とからなる。弹性部材301(a)-2は、使用する電子写真装置の仕様等に応じて、抵抗や硬度、また導電性微粒子を介在させるために調整された微小な凹凸或いはセル等を有する。導電性微粒子は、磁性及び非磁性のいずれでも使用可能である。また、その抵抗値、粒径も同様に上記装置の仕様等に応じて調整され

る。

【0014】<帶電方式(2)に対応する帶電手段の帶電部材>図4にその一実施態様を示す。帶電部材301(b)は、導電性及び磁性を有する支持部材301(b)-2と、この支持部材301(b)-2上に支持され導電性及び磁性を有し磁気ブラシ層を形成する磁性粒子301(b)-1とからなる。支持部材301(b)-2は、磁極を内蔵したいわゆるスリーブ状、或いはマグネットローラ状に構成され、使用する電子写真装置の仕様等に応じて、磁極の方向や磁束密度が適宜調整される。磁性粒子301(b)-1は、磁性酸化鉄(フェライト)粉、マグネタイト粉、樹脂中にフェライトやマグネタイト等の磁性材料を分散させたもの、周知の磁性キャリア材等が一般的に用いられる。

#### 【0015】4. [感光体]

電子写真において、周知の如く感光体は導電性基体と、この導電性基体上に形成される光導電層(感光層)と、必要に応じて最表面に形成される表面層とから一般に構成されるが、感光体における感光層を形成する光導電材料としては、高感度で、SN比(光電流(Ip)/暗電流(Id))が高く、照射する電磁波のスペクトル特性に適合した吸収スペクトルを有すること、光応答性が早く、所望の暗抵抗値を有すること、使用時において人体に対して無害であること、等の特性が要求される。特に、事務機としてオフィスで使用される電子写真装置内に組み込まれる電子写真装置用感光体の場合は、大量に、かつ長期にわたり複写に使用されることを考えると、画質、画像濃度の長期安定性も重要な点である。

【0016】このような点に優れた性質を示す光導電材料にアモルファスシリコン系感光体(a-Si感光体)がある。a-Si感光体を注入帶電に使用した例として、前述の特開2000-081766号公報等に、アモルファス炭化ケイ素(a-SiC)表面層を有するa-Si感光体を注入帶電で使用する構成が開示されている。また他に、注入帶電に適した表面層の例として、a-SiCよりも高硬度であるアモルファスカーボン(a-C)表面層を使用した例も開示されている。

【0017】これらのa-Si感光体は、表面層に特別な加工、或いは層を積層しなくても注入帶電性に優れ、また、上記のようなa-C表面層を有する場合は注入帶電の電子写真方法に使用した場合でもより一層の長寿命化が可能であるといった長所を有している。

#### 【0018】5. [現像方式]

現像剤は、現像に寄与するトナー粒子とキャリア材と有する二成分現像剤、キャリア材が含まれない一成分現像剤とに分類される。また、現像剤は、トナー粒子に磁性粒子を含有する磁性トナーと、磁性粒子を含有していない非磁性トナーとに分類される。現像方式は、現像剤の種類に応じて分類される。また、現像剤や現像剤担持体が感光体に接触するか否かで接触現像方式及び非接触現

像方式に分類される。一般に画像再現特性は一成分現像方式より二成分接触現像方式の方が優れているとされているが、各方式にはそれぞれの特徴がある。

【0019】その内、一成分非接触現像方式では、周知の如く現像スリーブは、感光体に対して所定の間隔を持って設置される。そのため感光体の摺擦による現像剤の劣化が少なく、メンテナンス間隔のさらなる延長化という点から有利である。

【0020】一方、非磁性二成分現像方式においては、現像剤規制ブレードには現像スリーブに所定の当接圧を持って当接する弹性部材が通常使用される。ここでキャリアとトナーは所定の厚さで現像スリーブ上にコートされ、いわゆる「穂」が形成された状態で感光体に接触する。そして現像スリーブと感光体との接触部において、潜像に応じてトナー粒子が感光体に静電力で付着し、トナー像となるのが一般的である。

【0021】特に、現像兼クリーニングにおいては、機械的に転写残トナーを回収する効果も得られることから、前記非磁性二成分現像方式などの接触現像方式が回収性の観点から有効とされているが、上述の如く、長寿命及びメンテナンスフリーという観点では非接触、特に一成分非接触現像方式が好ましいとされている。

#### 【0022】

【発明が解決しようとする課題】ところで、これらのクリーナーレスの電子写真方法について、転写残トナーが現像工程において現像手段で回収されず転写材上の画像として現れる、いわゆる「かぶり」が発生する場合がある。

【0023】特に、感光体の表面層の種類によっては転写残トナーの正規化が困難な場合があること、例えば、注入帶電の長寿命システムとしてa-C表面層を有する負帯電性の感光体とネガトナーを使用した場合、転写残トナーがネガ化されにくく上記の「かぶり」が発生し易いこと、が判明した。また、この「かぶり」を改善するために現像バイアスの条件などの調整で対応することが困難である場合があり、或いは回収ができた場合でも画像濃度が変動するなど、現像性に影響が出る場合があった。また、特に非接触の現像方式において回収が困難な場合があった。

【0024】上記の如く、注入帶電のクリーナーレス電子写真方法において、転写残トナーを正規化するためには、帶電部材と使用される現像剤との帶電系列の順位を規定するのみでは、必ずしも転写残トナーの回収性への対応としては十分ではない。

【0025】本発明は、上記のような観点から、クリーナーレスかつ接触帶電方式の画像形成において、転写残トナーを均一にかつ不足なく正規化することができ、かつ耐久性に優れる画像形成方法及び画像形成装置を提供することを課題とする。

#### 【0026】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためには、感光体、帶電部材、及び現像剤のシステムとしてクリーナーレスに適した組み合わせ、特に摩擦帶電の順位のみならず、摩擦帶電のレベルである帶電電位差( $\Delta V$ )が要素として含まれる範囲規定が必要であり、さらには優れた耐久性を有する電子写真方法が必要である。

【0027】また、主として帶電部材と感光体の当接部位において、現像剤が摺擦により正規化される際に現像剤が均一に不足なく正規化されることが重要である。正規化にむらがあると、正規化されない現像剤は帶電部材周囲に滞留し、さらに摺擦を受けることとなり、現像剤の劣化を引き起こし易くなる。すなわち、現像剤の流動性を制御し、上記の摺擦を受ける際に、均一な摺擦を受けるようにすることが必要である。

【0028】本発明者らが鋭意研究した結果、クリーナーレスの電子写真方法において、摩擦帶電のレベル、すなわち帶電電位差( $\Delta V$ )によって転写残トナーの正規化の能力が大きく左右されることが判明した。具体的には、感光体表面層の材質や帶電部材、特に感光体と接触する導電性微粒子等の材質との組み合わせが、転写残トナーを正規化させる能力に、大きく影響していることが判明した。特に、正規化の効率という観点では、現像剤の物性、特に流動性に掛かる特性である凝集度に大きく依存することが判明した。また、現像剤自体の帶電性、いわゆるトリボ特性を適正な範囲で規定することで、現像剤の正規化に要する摺擦負荷を低減できること、正規化の効率を向上できることが判明した。

【0029】本発明の画像形成方法は、上記の点に鑑み発明されたものであり、感光体に接触して設けられる帶電部材に電圧を印加して感光体を帶電させる工程と、この工程によって帶電している感光体に静電潜像を形成する工程と、現像剤担持体に担持されている現像剤を前記工程によって静電潜像が形成されている感光体に供給して静電潜像を現像する工程と、この工程によって形成された感光体上の現像剤像を転写材に転写する工程と、転写後に感光体上に残留する現像剤を、帶電部材と感光体との接触部位を通過させた後に感光体から現像剤担持体に回収する工程と、を含む画像形成方法において、帶電させる工程では、感光体に、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有する感光体を用い、帶電部材と感光体とを導電性微粒子を介して接触させ、かつ感光体に対して相対速度差を有して帶電部材を駆動させ、現像する工程では、現像剤に、凝集度が35%以上70%以下であって、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有し、感光体の帶電極性と同極性の帶電極性を示すトナー粒子を有する現像剤を用い、下式(1)で求められる感光体表面層中のケイ素原子の含有量をYとし、下式(2)で求められる帶電電位差を $\Delta V$ としたときに、下式(3)で求められる値であるZが-20以下

であることを特徴とする。

$$Y [\text{ppm}] = (\text{Si 原子数}) / (\text{C 原子数} + \text{Si 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

【数8】 $\Delta V = V_2 - V_1 \quad (2)$

(ただし  $V_1$  は帶電部材の電位であり、 $V_2$  は帶電した感光体の表面電位である。)

【数9】 $Z = l_n (Y) \times \Delta V \quad (3)$

【0030】また、本発明は、感光体と、この感光体に接触して設けられ感光体に接触した状態で感光体に対して相対的かつ自在に駆動する帶電部材を少なくとも有し、帶電部材に所定の電圧を印加して感光体を帶電させる帶電手段と、帶電した感光体に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、現像剤を担持する現像剤担持体を少なくとも有し、現像剤担持体が担持する現像剤を静電潜像が形成されている感光体に供給して静電潜像を現像する現像手段と、現像によって形成された感光体上の現像剤像を転写材に転写させる転写手段と、を有し、現像手段は、転写後に感光体上に残留し、帶電部材と感光体との接触部位を通過した転写残現像剤を感光体から現像剤担持体に回収する現像兼回収手段である画像形成装置において、感光体は、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有し、帶電部材は、表面に導電性微粒子を有し、導電性微粒子を介して前記感光体に接触し、現像剤は、凝集度が35%以上70%以下であり、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有し、感光体の帶電極性と同極性の帶電極性を示すトナー粒子を有し、上記式(1)で求められる感光体表面層中のケイ素原子の含有量をYとし、上記式(2)で求められる帶電電位差を $\Delta V$ としたときに、上記式(3)で求められる値であるZが-20以下であることを特徴とする画像形成装置を提供する。

【0031】本発明では、上記画像形成方法や画像形成装置において、現像剤の形状因子である円形度、帶電部材の駆動方向、現像剤の帶電特性、現像方式等をさらに規定することによって、優れた画像を長期にわたり供給する上でより一層優れたクリーナーレスの画像形成方法及び画像形成装置を提供することが可能となる。

### 【0032】

【発明の実施の形態】【画像形成方法】本発明の画像形成方法の一実施態様を図2に基づき説明する。図2は、本発明における現像兼回収によるクリーナーレス電子写真方法を実施する画像形成装置の一実施態様を示す概略図である。

【0033】本実施形態の画像形成装置の構成を簡単に説明すると、この画像形成装置は、感光体202と、感光体202に接触して設けられ感光体202に接触した状態で感光体202に対して相対的かつ自在に駆動する帶電部材201と、帶電した感光体202に静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、現像剤を担持する現像剤担持体を少なくとも有し現像剤担持体上の現像剤を感光体202に供給して静電潜像を現像する現像手段204

### 【数7】

と、感光体上の現像剤像を転写材Pに転写させる転写手段206(a)と、転写材P上の現像剤像を転写材Pに定着させる定着手段210と、転写後の感光体202の残留電位を除く除電手段208とを有する。

【0034】感光体202は、ドラム型の電子写真感光体であり、矢印Aの時計方向に所定の周速度(プロセススピード)にて回転駆動する。

【0035】帶電部材201は、直接注入帶電方式の帶電部材であり、感光体202に当接し、矢印Bの如く任意の方向に、感光体202に対して相対速度差をもって所定の周速で駆動する。帶電部材201は不図示の電圧印加電源により所定のDC電圧又はDC+AC電圧が印加されて、回転駆動されている感光体202の外周面が均一に帯電される。帶電手段201の表面には、例えば後述する微粒子塗布機構等によって所定量の導電性微粒子が塗布されており、帶電部材201と感光体202との当接部には導電性微粒子が介在している。

【0036】帶電した感光体202には、静電潜像形成手段によって静電潜像が形成される。静電潜像の画像信号は、原稿台214上の原稿213へ光源215によって光を照射し、その反射光から得られる情報をスキャナ216に記憶し、この記憶した画像信号に応じてレーザー等からなる潜像光源217が走査、必要に応じて照射光の強度を変調し、ミラー218等により偏向され、画像信号付与手段203から感光体202へと供される。なお画像信号は、外部のコンピュータ等から直接入力された信号であってもよく、このような画像信号はメモリに記憶する。

【0037】潜像光源217から照射される光の波長は、使用する感光体の種類等によても異なるが、高d<sub>pi</sub>化、また使用する感光体の分光感度等から450~800nmが好ましく使用される。特にa-Si感光体を使用する場合には、その電子写真特性を良好に活用するために短波長側、具体的には450~700nmが好ましく使用される。また、必要に応じて内部電位センサ209等の電位測定手段を設けてよい。

【0038】静電潜像が形成された感光体202には、現像手段204から静電潜像に応じて現像剤が供給され、静電潜像を現像する。現像手段204は現像剤の種類や現像剤担持体と感光体との位置関係に応じて選択される現像方式に対応したものであり、例えば現像剤担持体、現像剤担持体上の現像剤量を規制する手段、現像剤担持体に電圧を印加する手段、現像手段中における現像剤の攪拌手段、現像手段中の現像剤追加手段等が適宜に選択されたものである。

【0039】さらに転写手段206(a)で感光体202表面の顯像が転写材Pに転写され、転写材Pは必要に応じて設けられる分離手段206(b)等にて感光体表

面から分離される。なお紙などからなる転写材Pは給紙系219等からなる給紙経路205を通過後、レジスタローラ220等により感光体側へ供給される。

【0040】現像剤像が転写された転写材Pは、搬送系207を経由して、例えば加熱ローラ211及び加圧ローラ212を有する加熱加圧定着手段等の定着手段210に搬送され、定着手段210によって転写材P上の現像剤像が定着され、定着画像を有する転写材Pは装置外に排出される。

【0041】一方、感光体202はその後、必要に応じて設けられる除電光源等からなる除電手段208等により残留電位を除電、安定化された後、再び帶電部材201による帶電工程へと突入し、繰り返し画像形成に供される。除電手段208としての除電光源の波長は、画像信号の波長と同等乃至やや長波長で使用される。具体的には500～800nmが好ましく使用される。

【0042】また、転写材Pに転写されず感光体202上に残留した現像剤（転写残トナー）は、感光体上に付着した状態で次期の帶電工程に突入し、帶電部材201、感光体202との摺擦により正規の帶電極性に戻された後、次期の工程で現像手段204に回収され、再度現像に寄与する。なお、転写残トナーには、正規状態とは逆の極性の現像剤（反転トナー）が混在している場合があるが、本発明の画像形成方法及び画像形成装置によれば、上記次期の帶電工程によって正規化され、現像手段204に円滑に回収される。

【0043】〔帶電系列〕上記の反転トナーを正規の帶電極性に戻す為に、帶電特性の評価、及び制御が重要である。帶電系列について、従来から、前述のように帶電部材と現像剤の帶電系列についての技術として、例えば現像剤の方が帶電極性側であることが好ましい、或いは帶電部材と感光体の帶電系列が逆極性であることが好ましい等、二つの部材間における摩擦帶電極性についての技術の開示がなされている。しかしながら、クリーナーレスの電子写真方法においては、後述する如く、帶電部材、現像剤、感光体等の要素の帶電系列のみならず、その帶電電位差のレベルが大きく関与する。

【0044】帶電系列について図15～図18を用いて説明する。帶電系列は、二つの要素（A、B）のみの場合、図15に示すように、A、Bが接触することによりAとBの間に電子の授受が発生する。電位的にはA～B間に0点が発生し、図15中では右側、すなわち帶電系列が上位、すなわちポジ性が強い、Bが正（ポジ）に位置し、逆に左側に位置するAが負（ネガ）に帶電する。このように、物質が二つ（A、B）ならば、AとBの相対関係で帶電系列が決まり、AとBの中間に0点が形成される。

【0045】一方、図16に示すような二つの要素（B、C）からなる場合、先ほどはポジだったBに対し、さらにポジ性が強いCとの接触においては、B～C

間に0点が発生し、Bはネガに帶電する。すなわち、帶電においてポジ性、ネガ性というのはあくまでも相対的なものであり、また0点は固定されるものではなく、接觸する物質の特性に応じて動くものである。

【0046】したがって、図17に示すように三つの要素（A、B、C）からなる場合、0点はA～Cの間に発生し、例えば図17の場合はA、Bがネガ、Cがポジに帶電している。一方、三つの要素からなる場合においても、図18に示すように、A、B、及びCの帶電性が変化した場合、0点はそれらに応じて移動し、例えば、図18の場合は、Bがポジに帶電する。すなわち、三つ以上の物質が接觸する系では、各物質間の帶電系列の相関が重要であり、このような系では帶電順位のみならず、そのレベル（電位差）が重要である。

【0047】本発明の画像形成方法において、感光体表面をA、転写残トナーをB、帶電部材をCとおけば、転写残トナーが帶電工程を経て吐き出されたトナーの極性にはこれらの相関が関与することを理解しやすいと思われる。なお、上記帶電部材には導電性微粒子も含む。

【0048】〔帶電電位差（ $\Delta V$ ）〕以下、感光体と帶電部材の帶電電位差について説明する。本発明において帶電電位差 $\Delta V$ とは、表面に導電性微粒子を有する帶電部材を所定電位に制御したときの帶電部材の電位（V1）、及び感光体と帶電部材を相対速度差をもって駆動させ、感光体駆動方向における帶電部材との接觸部位の下流側で測定される感光体の表面電位（V2）の電位差、すなわち下式（2）で求められる値である。

$$[\text{数10}] \quad \Delta V = V_2 - V_1 \quad (2)$$

（ただしV1は帶電部材の電位であり、V2は帶電した感光体の表面電位である。）

【0049】V1は、表面電位計による測定の他、帶電部材に印加する電圧を直接測定することで求めることができるし、またV1に供給する電流量と帶電部材の抵抗から求めることもできる。またV2は表面電位計によって測定することができる。V1及びV2の具体的な測定方法を以下に示す。

【0050】図1にV1及びV2の測定装置の具体例を示す。この測定装置は、ドラム状の感光体102及びロール状の帶電部材103を自在に回転駆動できるようにそれぞれ支持することができ、かつ帶電部材103を感光体102に向けて任意の当接圧で接觸配置できるものである。帶電部材103の芯金部には、電源110が接続されており、電源110のアース側は感光体102の導電性基体と共に接地されている。感光体102の回転駆動方向（例えば図中の矢印b）における、感光体102と帶電部材103との当接部位よりも下流側には、非接觸の表面電位計等からなる電位検出手段107、必要に応じてさらに同106が設けられている。

【0051】また、微粒子や異物を感光体表面から除去するために、必要に応じて、周知のクリーニングブレー

ド等の除去部材108や、感光体102表面の微粒子等の残留量を検知するためにCCDカメラや反射濃度計等からなる表面観察手段105や、帯電部材との当接直前の感光体の状態を所定状態に定常的に維持するなどの目的で除電光104等の帯電安定化手段や、感光体表面温度測定手段112や、感光体102表面の微粒子や異物等を除電する除電手段109等を有していてもよい。

【0052】また、芯金と導電性の弹性部材とから構成され、導電性微粒子を表面に有する帯電部材を用いる場合では、帯電部材表面における導電性微粒子の担持量を制御する観点から、導電性微粒子を収容し開口部に帯電部材103が配置される微粒子容器101と、微粒子容器101内の導電性微粒子の付着量を制御するためのコート制御手段111とを有する導電性微粒子塗布機構を設けてもよい。

【0053】感光体102は、矢印bの方向に所定の駆動速度で回転駆動する。一方、帯電部材103は、矢印aの如く任意の方向に、感光体102に対し所定の相対速度差で回転駆動する。帯電部材103と感光体102の駆動源は別々に有していてもよいし、同一の駆動源からギヤ等で相対速度差を有するように駆動を分配してもよい。

【0054】電源110は、所定の電圧V1を印加する。逆の電圧がかかった場合には、逆電圧による電流を吸い込む形で制御することで、芯金部は常時所定の電位V1に制御される。なお、電源110には電流測定手段を有していても良く、その場合には帯電電位差のみならず帯電による電流値の検出も可能である。

【0055】前記導電性微粒子塗布機構を用いる場合では、微粒子容器101内で帯電部材103に導電性微粒子が所定コート量で塗布される。過剰な粒子や異物等は、適宜なコート制御手段111によって除去される。或いは、帯電部材103よりも感光体102駆動の上流側にて、感光体102上に導電性微粒子を塗布する不図示の機構を設け、感光体102を介して帯電部材103に導電性微粒子を供給してもよい。

【0056】感光体102の表面電位は、導電性微粒子の介在、電源110から印加される電圧等により、制御された帯電部材103の電位に応じて変動する。感光体102の表面電位は、非接触の電位検出手段107、106により検出される。

【0057】電位検出手段107、106は、基本的には帯電部材103よりも、感光体駆動の下流側に配置すればよいが、感光体102の帯電電位は絶対値で数10V以下であること、またa-Si感光体、特に除電光104等を使用した場合には暗減衰が大きくなるため、可能な限り帯電部材103直後に近づけて配置することが好ましい。

【0058】この測定装置を用いる場合では、本発明における帯電電位差 $\Delta V$ は、電源110により制御される

帶電部材103の電位V1と、電位検出手段107、106で測定される感光体102の表面電位V2との差で表される。

【0059】感光体102の表面電位は、帯電部材直後の感光体102の表面電位を算出することを求めてよい。具体的には、電位検出手段106、さらに複数の電位検出手段を配し、暗減衰を検出し、暗減衰値から算出する等の方法が挙げられる。なお、感光体の表面電位を測定する都合上、感光体102及び除電光104等は、少なくとも測定時には暗箱等、暗環境下に保持される。

【0060】また、図2の如き画像形成装置において、帯電手段201の下流側の適宜な位置で、上述と同様の手法で感光体表面電位を測定してもよい。電位測定点としては、例えば、現像手段204、内部電位センサ209、画像信号付与手段203に相当する位置などが挙げられる。

【0061】〔帯電電位差 $\Delta V$ とトナー正規化の相関〕本発明においては、感光体の表面層材料と、帯電サイド、例えば導電性微粒子の材料により、転写残トナーを正規化するのに好適な範囲が異なる。

【0062】感光体の表面層のネガ性が強い、すなわち図15～図18におけるA（感光体）が左に偏っている状態の場合では、帯電サイドのポジ性はそれに見合った強さであることが望ましいことから、それに対応してC（導電性微粒子）のポジ性が強い、すなわち図15～図18中で右に寄っていることが必要である。つまり、 $|\Delta V|$ は大きい方が好ましいことがわかる。

【0063】また、感光体表面層のネガ性のレベルを変化させることで、必要な $\Delta V$ の範囲を効果的に広げる、すなわちラチチュードを広げることができる。本発明者らの研究の結果、a-C:Si:H表面層のSiの含有量を調整することによって、感光体表面層のネガ性のレベルを制御できることを見出した。

【0064】一方、導電性微粒子のポジ帯電性が弱い、すなわち図15～図18中においてC（導電性微粒子）が比較的左に寄っている状態の場合では、感光体のネガ性はそれに見合った弱さであることが望ましいことから、それに対応してA（感光体）が右側に寄っていることが必要である。つまり、 $|\Delta V|$ は小さい方が好ましい。

【0065】本発明者らの研究の結果、a-C以外の表面層、具体的にはa-SiC等は、a-Cよりもネガ性が弱く、図15～図18においてA（感光体）があまり左に偏っていないことが判明した。

【0066】また、本発明者らは、導電性微粒子の材料選択、表面処理により導電性微粒子のポジ性のレベルを制御できることを見出した。また、本発明者らは、a-C:Si:H表面層のSiの含有量と $\Delta V$ を制御する好適な相関範囲で制御することで、トナーの正規化が効率よくなされることを見出した。

【0067】すなわちV1、V2は帯電サイド及び感光体に使用する材料によって制御することができ、帯電電位差△Vも帯電サイド及び感光体に使用する材料によって制御することができる。本発明者らは、下式(1)より求められる感光体の表面層におけるシリコン原子の割合

$$Y [\text{ppm}] = (Si \text{ 原子数}) / (C \text{ 原子数} + Si \text{ 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

【数12】 $Z = 1n(Y) \times \Delta V$  (3)

【0069】また上記Zは、現像手段中の現像剤の摩擦帶電量を揃える観点から、好ましくは-30以下であり、より好ましくは-40以下である。また上記Zは、長期にわたり高い画質を維持する観点から-300以上であることが好ましい。このようなZは、前述したように、主に感光体表面層の材料や導電性微粒子等の帯電サイドの材料やそれらの使用量によって制御することができる。以下、各工程、部材について詳細に述べる。

【0070】〔帯電手段〕本発明に用いられる帯電手段は、感光体に接触して設けられる帯電部材を有し、この帯電部材に電圧を印加する手段である。上記帯電部材としては、ベルト状、ファー状、その他或いは回転可能な帯電ブラシロールなど、駆動可能であり、かつ感光体表面との当接を維持できる構成であれば特に限定されないが、図3及び図4に例示される構成(1)及び構成(2)の帯電部材を本発明では好適に用いることができる。

【0071】〔構成(1)の帯電部材〕上記構成(1)の帯電部材は、芯金部と、この芯金部の周面を覆う導電性の弾性部材とを有する帯電部材である。本発明においてこの帯電部材の表面には、通常、後述する導電性微粒子が塗布される。

【0072】帯電部材は、感光体に接触して設けられ、帯電部材に電圧を印加することにより感光体を帯電するために、また導電性微粒子を介在させた当接部を設けるために弹性を有すること好ましく、その硬度は感光体との接触性、及び接触安定性や、帯電部材自身や感光体表面の損傷を防止し長寿命化するために、アスカーソ硬度で15度から60度が好ましい。帯電部材のアスカーソ硬度は、弾性部材に使用する材料の種類や芯金上における弾性部材の厚さ等によって調整することができる。

【0073】また、帯電部材のアスカーソ硬度は、アスカーソ硬度計によって測定することができる。測定の概要としては、両端を支持するためにVブロックを用いて帯電部材を所定位置に設置し、帯電部材の所定の測定箇所(例えば両端部と中央部)にアスカーソ硬度計を所定の荷重(例えば0.5kgf)で押し付け、そこから所定時間後の値を測定する。

【0074】また、帯電部材は、感光体を帯電させることが可能な程度に低い抵抗が、一方で感光体にピンホール等の欠陥部が存在する場合の電圧のリークを防止させることができ程度に高い抵抗が必要である。このように十分な帯電性と耐リーク性を得る観点から、帯電部材

合と、上記式(2)より求められる帯電電位差で△Vとが下式(3)の相関関係においてZが-20以下であるとき、転写残トナーを正規化することができ好ましい。

【0068】

【数11】

$$Y [\text{ppm}] = (Si \text{ 原子数}) / (C \text{ 原子数} + Si \text{ 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

の抵抗は $10^3 \sim 10^8 \Omega$ が好ましく、 $10^4 \sim 10^7 \Omega$ がより好ましい。帯電部材の抵抗は、使用する感光体と同外径の円筒状アルミシリンダーに帯電部材を0.2mmの侵入量で当接した状態で、芯金とアルミドラムとの間に100Vを印加して、計測される。

【0075】また、帯電部材は、導電性微粒子を介在させるために、平均セル径が5~300μmの微少なセル又は凹凸を表面に有していることが好ましい。窪みを空隙部とした帯電部材表面の空隙率が15~90%であることが、帯電部材表面において適量の導電性微粒子を保持する上で好ましい。

【0076】帯電部材は、芯金上に、可撓性部材としてのゴムあるいは発泡体の中抵抗層等の弾性部材を形成することにより作製される。この弾性部材は、前述の如く適度な導電性を示すものであればよく、例えば帯電部材は、ウレタン等の樹脂、カーボンブラック等の導電性粒子、硫化剤、発泡剤等により処方され、芯金の上にローラ状に支持し、必要に応じて切削、表面研磨して作製することができる。

【0077】帯電部材における弾性部材の材質としては、弾性発泡体以外にも、弾性体の材料として、エチレン-プロピレンジエンポリエチレン(EPM)、ウレタンゴム、シリコーンゴム等に抵抗調整のためにカーボンブラックや金属酸化物等の導電性物質を分散したゴム材や、またこれらを発泡させたものがあげられる。また、導電性物質を分散せずに、或いは導電性物質と併用してイオン導電性の材料を用いて抵抗調整をすることも可能である。

【0078】帯電部材は、感光体に対して弹性に抗して所定の押圧力で当接させて配設し、帯電部材と感光体の当接部を形成する。この当接幅は、特に制限されるものではないが、帯電部材と感光体の安定して密な密着性を得るために1mm以上、より好ましくは2mm以上がよい。一方、当接幅が大きすぎるのは、感光体への摺擦負荷の増大に伴う感光体の寿命や、装置の小型化の面で好ましくなく、特に外径80mm以下の小径感光体を使用する系では、感光体の寿命への影響が大きい。具体的な当接幅としては、10mm以下が好ましい範囲である。

【0079】以上説明した構成(1)の帯電部材は、磁性材料を含まなくても構成できることから、磁性現像剤を使用する画像形成方法への使用に適している。

【0080】〔導電性微粒子〕次に、上記構成(1)の帯電部材と感光体表面の当接部に介在せる導電性微粒子について説明する。

【0081】導電性微粒子の好ましい抵抗率は $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ よりも大きいと良好な導電性を得るために導電促進効果が得られにくい。なお、導電性微粒子の導電促進効果を十分に引き出し、良好な導電性を安定して得るために、導電性微粒子の抵抗が導電部材の表面部或いは感光体との接触部の抵抗よりも小さいことが好ましい。

【0082】さらに、導電性微粒子の抵抗率は $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることが、絶縁性を示す転写残トナーが導電部材に付着し、或いは導電性微粒子に混入することによる導電阻害に打ち勝って、感光体の導電をより良好に行わせる上で好ましくよい。一方で、導電性微粒子の抵抗率は $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることが、感光体の欠陥などによる導電不良を防止するため等に好ましくよい。

【0083】導電性微粒子の抵抗率は、温度 $23^\circ\text{C}$ 、湿度60%の環境下で、銛剤法により測定し正規化して求めることができる。測定装置の概略を図6に示す。具体的には、セルAは、絶縁体からなる保持具8と、ガイドリング(円筒)3からなる。保持具8にて固定された、底面積 $2.26 \text{ cm}^2$ の円筒3内におよそ $0.5 \text{ g}$ の粉体試料7を入れ、上下電極1及び2に $147 \text{ N}$ ( $15 \text{ kgf}$ )の負荷をかけて加圧を行うと同時に、電源6から $100 \text{ V}$ の電圧を印加し、電圧計5と、電流計4とから抵抗値を計測、その後試料の厚さdを測定し、試料の断面積とから体積を算出し、上記の抵抗を正規化して抵抗率を算出する。

【0084】また、導電性微粒子の体積平均粒径は $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ であることが好ましい。導電性微粒子の体積平均粒径が小さいと、現像性の低下を防ぐために導電性微粒子の現像剤全体に対する含有量を小さく設定しなければならない。導電性微粒子の体積平均粒径が $0.1 \mu\text{m}$ 未満では、導電性微粒子の有効量を確保できず、導電不良を生じ易くなる。好ましくは $0.8 \mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $1 \mu\text{m}$ 以上がよい。なお、導電性微粒子が凝集体として構成されている場合の粒径は、その凝集体の粒径を体積平均粒径とする。

【0085】また、導電性微粒子の体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ よりも大きいと、導電部材から脱落した導電性微粒子は静電潜像を書き込む露光光を遮光或いは拡散し、静電潜像の欠陥を生じ画像品位を低下させことがある。さらに、単位重量当たりの粒子数が減少し導電性等の不具合が生じる場合がある。このような観点から、導電性微粒子の体積平均粒径は好ましくは $5 \mu\text{m}$ 以下がよい。

【0086】導電性微粒子の粒度及び粒度分布の調整方法としては、一次粒子の粒度分布自体の製造条件を設定する他、一次粒子の小さな粒子を凝集させたり、大きな粒子を粉碎する方法、或いは分級等や公知の方法で調整することができる。又、これら的方法を組み合わせて粒度及び粒度分布を調整することも可能である。導電性微

粒子は、導電部材と感光体との当接部或いはその近傍の導電領域に介在し、導電補助・促進、さらに反転トナーの正規化の機能が実現できれば、凝集の有無や形態は問わない。

【0087】また、導電性微粒子は、転写材上に転写される導電性微粒子がカブリとして目立たない、或いは潜像工程における露光への影響防止の観点から透明、白色或いは淡色であることが好ましい。

【0088】本発明における導電性微粒子としては、銀、アルミニウム、ニッケル等の金属微粉末、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化錫、酸化アルミニウム等の金属酸化物等の無機酸化物、硫化モリブデン、硫化カドミウム等の金属化合物やこれらの複合酸化物などが使用できる。中でも無機酸化物微粒子が特に好ましい。また、導電性微粒子の抵抗値を制御する等の目的で、アンチモン、アルミニウム等の元素をドープした金属酸化物、導電性材料を表面に有する微粒子等も使用できる。

【0089】さらに、抵抗調整や現像剤に対する導電性を制御する等の目的で、表面を処理してもよい。具体的には、導電性微粒子又は無機微粒子等の非導電性微粒子の表面を蒸着膜、樹脂膜、導電性樹脂膜、導電剤を分散した樹脂膜、カップリング剤等でコートしたもの等が挙げられる。この表面処理は必ずしも上記粒子を完全に被覆する必要はなく、本発明の効果が得られる範囲で粒子表面が露出していてもよい。つまり表面処理領域が不連続に形成されていてもよい。

【0090】〔構成(2)の導電部材〕上記構成(2)の導電部材は、磁気ブラシ導電部材である。この導電部材の支持部材は、磁石等の磁性体を内包し外周面が駆動可能なスリーブ状の形態や、ローラ状の多極磁性体、磁性体が表面に附加されたベルト状など、磁性粒子を表面に支持し、感光体表面と当接部を維持しながら駆動可能な構成であればよい。以下、支持部材がスリーブ状の構成(以下、単に「スリーブ」ともいう)について記載するが、構成(2)の導電部材は、本記載の構成に限定されるものではない。

【0091】スリーブは、磁性粒子を表面に保持した状態で感光体と相対速度差を持って駆動される。スリーブは導電性で、透磁性で、ある程度の強度を有していることが好ましく、一般的の磁性トナー現像器に使用されているスリーブが使用可能であり、材質としてはアルミニウム等が好ましく使用できる。

【0092】スリーブは、磁性粒子を搬送するために適度な表面粗さを有していることが好ましい。また、磁性粒子を保持するために磁束密度は大きい方がよい。その磁力線密度は、その使用するプロセススピード、印加電圧と非導電部との電位差による電界、感光体の誘電率や表面性等、多くの要因により異なり、それらの条件に応じて適宜選択されるものであるが、スリーブの表面から $1 \text{ mm}$ の距離において測定される磁極位置における磁力

線密度で $5 \times 10^{-2}$  T (500ガウス) 以上が好ましい。より好ましくは $9 \times 10^{-2}$  T (900G) 以上である。なお上記磁力線密度は、例えばベル社のガウスマーターモデル640を用いて測定することができる。

【0093】また、感光体表面とスリーブの最近接間隙は、磁性粒子層(磁気ブランシ)の厚さ(コート厚)により異なる。感光体の回転方向における磁性粒子層の当接幅を安定に制御する為に、また磁性粒子を拘束する一方で流動性を確保する為に、適宜な範囲で使用されることが好ましい。コート厚の調整の方法としては、コート厚調整用の規制手段を使用できる。スリーブと例えればブレードとの間隔を調整する方法などがある。

【0094】〔磁性粒子〕前露光を有する電子写真装置、特にアモルファシリコン系感光体を使用した電子写真装置においては、帯電部材から感光体に電圧印加中の電流が、多い場合には数 $10 \mu\text{A}/\text{cm}^2$  (全電流で数 $100 \mu\text{A}$ ) という電流が流れる。その際、磁性粒子と感光体の接触機会を多く取ることにより、微視的な電荷の移動がスムーズになり、帶電のむらや磁性粒子等が電荷を持ったまま移動することが防がれる。

【0095】このように、磁性粒子は帶電均一性の観点から小さい方が好ましいが、小さすぎると磁気的な拘束力が低下し、感光体への付着が生じやすく、また磁気ブランシとした時の磁性粒子の搬送性に劣る。したがって磁性粒子の体積平均粒径は $10 \sim 50 \mu\text{m}$ が、さらには $15 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましい。なお、該磁性粒子の粒径は、製法や分級等の粒径分離法等により制御される。

【0096】また、磁性粒子は、体積抵抗、いわゆる抵抗率が $1 \times 10^3 \Omega \text{ cm}$ 以上 $1 \times 10^9 \Omega \text{ cm}$ 以下であることが好ましい。 $1 \times 10^3 \Omega \text{ cm}$ より低いとピンホールリーケを起こす傾向にあり、 $1 \times 10^9 \Omega \text{ cm}$ を越えると感光体の帶電が不十分となる。磁性粒子漏れという意味では、磁性粒子の抵抗率は $1 \times 10^6 \Omega \text{ cm}$ 以下がさらに好ましい。なお磁性粒子の抵抗率は導電性微粒子と同様に測定することができる。

【0097】さらに、磁性粒子の飽和磁化は、 $15$ 乃至 $70 \text{ Am}^2/\text{kg}$ であることが好ましい。飽和磁化が $70 \text{ Am}^2/\text{kg}$ を超える場合には磁気拘束力が大きくなり、磁気ブランシの穂が硬くなり、流動性、さらに感光体との接触性が低下し、帶電不良が生じたり、穂が硬いために感光体を摩耗する傾向がある。飽和磁化が $15 \text{ Am}^2/\text{kg}$ 未満の場合には磁気拘束力が小さくなり、磁性粒子が離脱し、磁性粒子の減少による帶電劣化や、現像、転写、定着の各工程に悪影響が生じる場合がある。なお、飽和磁化は、振動磁力計VSM-3S-15(東英工業製)により、1Kエルステッド下における磁化量として求められる。

【0098】本発明における磁性粒子には、公知・周知の導電性及び磁性を有する微粒子が使用できる。また、磁性粒子は、前述した導電性微粒子同様に表面を処理し

てもよい。

【0099】本発明に用いられる帯電部材は、感光体に接触して設けられる。本発明に用いられる帯電部材の当接幅制御の方法としては、コロ(不図示)やスペーサー等、適宜な方法で設定、制御することが好ましい。具体的には、帯電部材に対して、直径が規定量小さいコロ等の規定部材を帯電部材の側面に配し、規定部材を感光体表面に当接させる方法がある。また、帯電部材を感光体表面に当接する際の押当て圧を規定する方法、帯電部材の所定位置から感光体表面への距離を制御する方法等がある。

【0100】また、本発明に用いられる帯電部材は、構成(1)の帯電部材であれば前述した導電性微粒子を、構成(2)の帯電部材であれば前述した磁性粒子を、それぞれ感光体との接触部位に介在させ、感光体に対して相対速度差を有して駆動する。これにより、帯電部材と感光体の当接部において導電性微粒子(又は磁性粒子)が感光体と接触する機会を格段に増加させ、より高い接触性を得ることができ、直接注入帶電性を向上させることができる。

【0101】感光体上の転写残トナーを帯電部材に一時的に回収し、均すために、帯電部材と感光体とは互いに逆、すなわちカウンター方向に移動させることが好ましい。逆方向回転駆動により、感光体上の転写残トナーを一旦引き離し帶電を行うことにより、直接注入帶電がより一層優位に為される。帯電部材を感光体表面の移動方向と同じ、いわゆる順方向に移動させて速度差をもたせてもよいが、直接注入帶電の帶電性は、感光体の周速と帯電部材の周速差に依存するため、順方向では帯電部材の回転数が大きくなるので、その点でカウンター方向の方が有利である。

【0102】一方、転写残トナーは、帯電部材表面に付着し、帯電部材とつぶまわる物もある。その場合、転写残トナーのうち少なくとも一部は、帯電部材との摺擦が不十分になってしまう場合がある。したがって、確実に摺擦を付与するという観点では、帯電部材を感光体との当接部で同方向、すなわち順方向に駆動させることも好ましい。この際感光体との相対速度差を有していることが好ましい。

【0103】なお、ここで記述した相対速度差(周速差とも称する)比は、下記式で表される。

【数13】相対速度差比(%) = (感光体周速 - 帯電部材周速) / 感光体周速 × 100

【0104】したがって、帯電部材と感光体とが従動のときには相対速度差比は0%であり、帯電部材が停止している状態では相対速度差比は100%であり、帯電部材が感光体に対しカウンターで駆動している場合は100%を越す値となる。帶電性確保の観点から、相対速度差比は130%以上、より好ましくは150%以上、最適には200%以上がよい。

【0105】前述したような帯電部材を用いて本発明では感光体を帯電させるが、帯電部材は感光体に対して複数用いてもよく、このような場合には、複数用いられるうちの少なくとも一つの帯電部材を感光体に対して順方向駆動させることができが好ましい。このような帯電によれば、カウンター駆動及び順方向駆動の両方の利点が実現され、かつ一体の帯電部材のみを用いる場合に比べて、相対速度差比の上限を上げずに、帯電部材による感光体の摺擦をより多くすることが可能である。なお複数の帯電部材を用いる場合には、同じ種類の帯電部材のみを用いてもよいし、異なる種類の帯電部材（例えば構成（1）と構成（2）の帯電部材等）を併用してもよい。

【0106】また帯電部材には、直流電圧、交流電圧、及び直流電圧に交流電圧を重畠させた重畠電圧、のいずれの電圧を印加することができ、交流電圧が重畠された電圧であると、それぞれの電圧印加の利点が得られるので好ましい。また、帯電部材からの、正規化された転写残トナーの吐き出しを促進、又は制御できるので好ましい。

【0107】また、本発明では、帯電部材と感光体との接触部位に介在する導電性の粒子（導電性微粒子や磁性粒子）を帯電部材表面に適量塗布するために、前述したように開口部に帯電部材を回動自在に支持し導電性の粒子を収容する微粒子容器と、この微粒子容器内に配置され、帯電部材上の粒子の付着量を制御するコート量制御手段とを有する微粒子塗布機構を用いてもよい。

【0108】〔感光体〕感光体もまた、電子写真装置のメンテナンス間隔、すなわち耐久性を向上させるべく、耐磨耗性の高い表面性を有していることが好ましい。本発明では、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有する感光体が用いられる。本発明に用いられる感光体としては、周知の、導電性基体と、シリコン原子を母体とする非単結晶材料から成る光導電層を有する感光層と、上記表面層とを有するa-Si系感光体を用いることができ、必要に応じて特性を向上させた物が用いられる。なお、本発明では感光体の表面動が上記のごとき組成を有していればよいことから、光導電層が上記の組成を有する場合は特に表面層を形成する必要はない。

【0109】図7～図12は、本発明にかかる感光体の層構成を示す模式的構成図である。図7～図12に示す感光体600は、感光体用としての基板である導電性基体601の上に、感光層602が設けられている。感光層602は、図7に示すように光導電層603のみを有する单層構造でもよいが、図8に示すように光導電性を有する光導電層603と、上記組成を有する表面層604とを有する積層構造、或いは図9に示すように、下部電荷注入阻止層605、光導電層603、上部電荷注入阻止層605'及び表面層604を有する積層構造、或いは図10に示すように、電荷輸送層608、電荷発生

層607、上部電荷注入阻止層605'、及び表面層604を有する積層構造、或いは図11や図12に示すように、下部電荷注入阻止層605、電荷輸送層608、電荷発生層607、上部電荷注入阻止層605'、及び表面層604を有する積層構造であってもよい。

【0110】以下、本発明に好適に用いられる感光体の一形態として、長寿命であるアモルファスシリコン系感光体（a-Si感光体）について以下に述べる。

【0111】〔導電性基体〕導電性基体としては、種々の金属、及びこれらの合金、例えばステンレス等の導電性基体でも、合成樹脂やセラミック等の電気絶縁性基体の少なくとも感光層を形成する側の表面を導電処理した物であってもよい。また、導電性基体の形状は、円筒状又は板状無端ベルト状であることができ、その厚さは製造上及び取り扱い上、機械的強度等の点から通常は10μm以上が好ましい。

【0112】また、レーザー光などの可干渉性光による干渉模様による画像不良をより効果的に解消するためなど、必要に応じて、公知の方法で光生成キャリアの減少が実質的ない範囲で、導電性基体の表面に凹凸、或いは微小なキズ等を設けてもよい。

【0113】又、感光層602内、或いは感光層602の下側に光吸収層等の干渉防止層或いは領域を設けてもよい。

【0114】〔光導電層〕本発明において、その目的を効果的に達成するために導電性基体上に、必要に応じて下引き層（不図示）上に形成され、感光層の一部を構成する光導電層は、例えばグロー放電法、特にRF帶、μW帶又はVHF帶の高周波グロー放電法、スパッタリング法、光や熱CVD法等の、周知の薄膜堆積法によって形成することができる。

【0115】グロー放電法によって光導電層を形成するには、基本的には周知のごとくシリコン原子（Si）供給用の原料ガスと、水素原子（H）供給用の原料ガス、ハロゲン原子（X）供給用の原料ガス等の、所望の原料ガスを減圧可能な反応容器内に導入し、グロー放電を生起させ、導電性基体上にa-Si:H、Xからなる層を形成すればよい。なお、H又はXの各含有量、又は総含有量は、SiとH及びXの和に対して10～30原子%、より好ましくは15～25原子%とすることが望ましい。上記原子%は赤外分光光度計等によって測定することができる。

【0116】上記原子の他にも、光導電層における導電性を制御する種々の原子を用いてもよい。前記導電性を制御する原子としては、半導体分野における、いわゆる不純物を挙げることができ、p型導電特性を与える原子としては硼素（B）、アルミニウム（Al）等の第3（IIIb）族原子を、又はn型導電特性を与える原子としては磷（P）、砒素（As）等の第15（Vb）族原子を用いることができる。上記制御用原子の光導電層へ

の含有量は、 $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^4$  原子 ppm、より好ましくは $5 \times 10^{-2} \sim 5 \times 10^3$  原子 ppm である。

【0117】光導電層の層厚は、所望の電子写真特性が得られること、及び経済的効果等の点から、適宜所望にしたがって決定され、好ましくは $20 \sim 50 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $23 \sim 45 \mu\text{m}$  である。

【0118】〔表面層〕本発明に用いられる感光体の表

$$Y [\text{ppm}] = (\text{Si 原子数}) / (\text{C 原子数} + \text{Si 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

【0119】本発明において好適な上記 Y の値は、帯電電位差  $\Delta V$  に応じて様々であるが、Y の値が 1,000 以上であることが転写残トナーを十分に正規化する上で好ましい。また本発明において Y の値が 200,000 以下であることが感光体の優れた耐久性を維持する上で好ましい。上記 Y の値は後述するが、表面層の製造時における原料ガスの供給バランスによって制御することができる。

【0120】表面層には、主に耐湿性、連続繰り返し使用特性、電気的耐圧性、使用環境特性、耐久性、さらに、帯電部材、転写残トナーとの摩擦により転写残トナーを正規極性化する機能、また注入帶電に対する種々の適性が必要とされる。表面層としては、前述の如く炭素原子を含有する a-Si 系表面層や、ケイ素原子を含有する a-C 系表面層が好ましく使用できる。

【0121】表面層の抵抗率は、その電荷保持能、帯電効率等の電気的特性を良好に有し、電圧により表面層が損傷するいわゆるピンホールリークを防止する為に、 $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$  であることが好ましい。より好ましくは $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$  である。抵抗率の測定は HIOKI 社製の MΩ テスターで 250 ~ 1 kV の印加電圧における測定にて行われる。

【0122】炭素原子を含有する a-Si 系表面層は、例えば、H 及び / 又は X、及び炭素原子 (C) を含有し、さらに酸素原子 (O) 及び窒素原子 (N) の一つ以上を含有するアモルファスシリコン (a-SiCON: H, X) 等の、周知の優れた表面層がある。含有する炭素量は、シリコン原子と炭素原子の和に対して 30% 以上 90% 以下の範囲が好ましい。また、H 含有量を 30 原子% 以上 70% 以下に制御することで電気的特性面及び高硬度を確保し、高速連続使用性の向上を図ることが可能となる。さらに、必要に応じて導電性を制御する原子を含有させてもよい。この導電性を制御する原子としては、光導電層と同様に、「第 13 (IIIb) 族原子」又は「第 15 (Vb) 族原子」を用いることができる。

【0123】また、表面層厚は、通常 $0.01 \sim 3 \mu\text{m}$ 、好適には $0.05 \sim 2 \mu\text{m}$ 、最適には $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$  とされるのが望ましいものである。層厚が $0.01 \mu\text{m}$  よりも薄いと、感光体を使用中に、摩耗等の理由により表面層が失われやすく長寿命化が困難である。一方、 $3 \mu\text{m}$  を越えると、残留電位が増加する等、電子写真特性の低下がみられることがある。

面層は、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の層であり、感光体表面にあって自由表面 (図中 606) を有する。表面層中に含まれるにおけるケイ素原子の含有量 (Y [ppm]) は、下式 (1) で求められる。

【数 14】

$$Y [\text{ppm}] = (\text{Si 原子数}) / (\text{C 原子数} + \text{Si 原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

【0124】一方、ケイ素原子を含有する a-C 系表面層は、炭素原子に比べて微量の Si を含有するものであり、a-C 表面層の高硬度、低摩擦特性や、耐損耗特性といった長寿命特性を好適に維持しながら、本発明に掛かる転写残トナーの正規極性化を良好に達成することができるものである。このような a-CSi:H, X 系表面層は、a-Si 系表面層と同等以上の高硬度であり、撓水性に優れ、また、低摩擦であり、直接注入帶電における、帶電手段や、感光体の損耗を低減できる。

【0125】また、H 含有量、又は H と X の総含有量が 35~55% とすることで、高硬度でかつ注入性をより向上させることが可能である。また、さらに例えればフッ素原子等のハロゲン原子を含有させることは撓水性や摩擦低下などに有効である。また、上記の a-Si 系表面層と同様に導電性制御用の不純物を含有してもよい。

【0126】また、表面層厚は、上記 a-Si 系表面層と同等の層厚の範囲でもよいが、耐磨耗性がより優れており、上記 a-Si 系表面層よりも薄い膜厚で同等以上の十分な機能を有する。表面層厚としては、通常 $0.01 \sim 2 \mu\text{m}$ 、好適には $0.05 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、最適には $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$  である。

【0127】上記 a-C 系表面層は、具体的には、原料ガスに Si 原料ガスを適宜な量を追加すること以外は、非添加の a-C 表面層製造時と同様に作製される。このときの a-Si<sub>1-y</sub>:C<sub>y</sub>:H, X において、含有する炭素量 y は、 $0.950 \leq y \leq 0.999$ 、かつ動的押し込み硬さが $7.85 \times 10^3 \sim 1.28 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  ( $800 \sim 1300 \text{ kgf/mm}^2$ ) であるが好ましい。

【0128】なお、表面層中における炭素原子含有量 y 及びケイ素原始含有量 1 - y は、SIMS や ESCA 等の分析手段で定量することができるものであり、後述する実施例においては最表面の組成分析ということもあり、ESCA にて分析した結果を使用する。また、動的押し込み硬度測定には、島津製作所製ダイナミック硬度計 DUH-201 が用いられる。

【0129】〔電荷注入阻止層〕本発明に用いられる感光体には、導電性基体と光導電層との間に下部電荷注入阻止層や、光導電層と表面層との間に上部電荷注入阻止層を設けてよい。

【0130】電荷注入阻止層は、感光層が一定極性の導電性基体側や表面

層側より光導電層側に電荷が注入されるのを阻止する機能を有し、逆の極性では前記機能は発揮されない、いわゆる極性依存性を有する層である。このような機能を付与するために、電荷注入阻止層には導電性を制御する原子を光導電層に比べ比較的多く含有させる。電荷注入阻止層に含有される導電性を制御する原子としては、光導電層603と同様に「第13(IIIb)族原子」又は「第15(Vb)族原子」を用いることができる。

【0131】電荷注入阻止層の層厚は、所望の電子写真特性が得られること、及び経済的効果等の点から、好ましくは0.1~5μm、より好ましくは0.3~4μm、最適には0.5~3μmとされるのが望ましい。

【0132】このように本発明に用いられる感光体には種々の機能を果たす層を形成することができる。これらの層は、図示したように均一な組成の層を積層したものであってもよいし、また、膜厚方向で組成が変化する領域を有してもよい。

【0133】〔感光体の製造装置及び製造方法〕本発明に用いられる感光体は、例えば図13や図14に示されるような周知の装置及び膜形成方法にて製造される。上記感光体の各層を形成、特性を調整するためには導電性基体温度、原料ガス圧、放電電力等の各種条件を制御すればよい。

【0134】図13はRF帯の高周波プラズマCVD法(RF-PCVD)による製造装置を示す模式的な構成図である。この装置は大別すると、堆積装置3100、原料ガス供給装置3200、反応容器3111内を減圧にするための排気装置(不図示)から構成されている。

【0135】反応容器3111内には導電性基体3112、基体加熱用ヒータ3113、原料ガス導入管3114が設置され、高周波マッチングボックス3115が接続されている。

【0136】原料ガス供給装置3200は、各種原料ガスのポンベ3221~3226とバルブ3231~3236、3241~3246、3251~3256、マスフローコントローラ3211~3216、及び圧力調整器3261~3266からなり、バルブ3160を介して原料ガス導入管3114に接続されている。

【0137】次に、VHF帯の高周波プラズマCVD(VHF-PCVD)法による製造装置は、例えば図13の堆積装置3100を図14の堆積装置4100に交換して、原料ガス供給装置3200、排気装置と接続することにより得ることができる。

【0138】反応容器4111内には導電性基体4112、基体加熱用ヒータ4113、電極及び原料ガス導入管4114が設置され、高周波マッチングボックス4116が接続されている。また、反応容器4111内は排気管4121を通じて不図示の拡散ポンプに接続されている。なお、図14の装置では電極4114は原料ガス導入管を兼ねた構成になっている。

【0139】上記装置を用いた感光体の製造を簡単に説明すると、減圧した反応容器内に所望の原料ガスを所望の割合で導入し、反応容器内にグロー放電を生成し、導電性基体上に非晶質の膜を形成する。積層構造の感光体を作製する場合では、反応容器内に導入した原料ガスを排出し、再び上記の工程を繰り返す。

【0140】〔静電潜像の形成〕本発明では、帶電した感光体に静電潜像が形成される。静電潜像の形成では、例えば半導体レーザー照射装置やLED等、形成すべき画像の情報を有する光を上記感光体に照射して静電潜像を形成する公知の静電潜像形成手段を用いることができる。本発明では、感光体及び現像剤の帶電極性が同じであることから、潜像電荷と同極性の現像剤を付着させるべく、現像部位に露光を照射するIAE(Image Area Exposure)方式で静電潜像を形成することが好ましい。

【0141】〔現像〕本発明では、静電潜像が形成された感光体に現像剤を供給して静電潜像を現像する。また本発明では、転写残トナーを次の現像工程時に感光体から現像剤担持体に回収する。したがって本発明では、現像手段として現像兼クリーニング手段が用いられる。

【0142】本発明では、現像手段としては、現像剤を収容する現像容器、現像容器の開口部に回転自在に設けられる現像剤担持体、現像剤担持体上に現像剤を担持するための磁界を形成する磁石ロール等の磁気力発生手段、現像剤担持体上の現像剤の層厚を規制する層厚規制部材等を有するものが用いられ、使用する現像剤の種類や現像剤担持体と感光体との位置関係に応じた現像方式を実現する現像手段を用いればよく、現像兼クリーニング手段として知られている、公知の適当な現像手段を用いることができる。

【0143】前述の如く、現像兼クリーニングにおいては、機械的に転写残トナーを回収する効果も得られるところから、接触現像方式が有効である。一方、長寿命及びメンテナンスフリーという観点では非接触現像方式が好ましい。中でも、一成分非接触現像剤、特に非磁性一成分非接触現像のジャンピング現像方式が、これらの点から優れた特性を有し、a-Si感光体の高速高耐久の電子写真に実用化されている。したがって本発明では、上記のような現像方式に応じた構成を有する現像手段を用いればよい。

【0144】図5は、現像剤担持体である現像スリーブ、及び対向する感光体の概略図である。図5では、上述のジャンピング現像方式の概略を示している。現像スリーブ41は、感光体42に対し適宜な相対速度で駆動され、現像スリーブ41と感光体42間は適宜な当接状態、乃至は間隔に維持される。この間隔は、使用する電子写真におけるプロセススピード、使用する感光体、電圧条件等にも寄るが、非接触の現像方式の場合には、リークの防止や画質安定化の観点から100~1000μ

mの範囲が好ましい。

【0145】現像スリーブ41には不図示の高圧印加手段により、周波数、ピーク間電圧、デューティー比を制御されたAC電圧と、適宜なDC電圧が重畠されて印加される。現像スリーブ41上に付着している現像剤は、感光体42との対向部において対向部の間隔で矢印eのように飛翔（ジャンピング）を繰り返し、静電潜像に応じて、感光体42上にトナー像として現像、顕像化される。また同様に、帯電部材によって正規化された転写残トナーは、感光体42から現像スリーブ41に飛翔し、現像スリーブ41から現像手段に回収される。

【0146】また、接触現像方式においては、現像スリーブ41自体は感光体42に接触せず、現像スリーブ41上のキャリアやトナー等からなる現像剤で形成される「穂」が感光体42に接触する方式、或いは弾性材等からなる、いわゆる弾性スリーブが感光体に当接した状態で駆動される不図示の方式が含まれる。上記「穂」を形成又は付着している現像剤は、感光体42との対向部において感光体42表面を摺擦し、静電潜像に応じて感光体42に移り、トナー像を形成する。また同様に、帯電部材によって正規化された転写残トナーは、感光体42から現像スリーブ41上の「穂」に付着し、現像手段に回収される。

【0147】なお、現像特性を良好に保つ観点から、現像剤担持体上における現像剤のコート量は0.6~1.3mg/cm<sup>2</sup>が好ましい範囲である。

【0148】〔転写等〕本発明では、感光体上に形成された現像剤像を転写材に転写する。この転写は、上記トナー像を転写材に転写できれば特に限定されず、公知の転写材及び転写手段を用いることができる。また、転写された画像は公知の定着手段によって転写材に転写され、定着画像として画像形成装置から排出される。本発明は、転写工程から帶電工程の間にクリーニング工程を含まず、また本発明の効果を損なわない範囲で、従来より知られている種々の手段等を用いることができる。

【0149】〔現像剤〕本発明で用いられる現像剤は、凝集度が35%~70%であり、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有するトナー粒子を有し、感光体帶電極性と同極性を示す反転現像用の現像剤である。本発明で用いられる現像剤は、上記の条件を満足するものであれば

$$\begin{aligned} \text{凝集度[%]} &= \frac{100\text{ mesh篩上の試料重量[g]}}{2[g]} \times 100 \\ &+ \frac{200\text{ mesh篩上の試料重量[g]}}{2[g]} \times 100 \times 0.6 \\ &+ \frac{400\text{ mesh篩上の試料重量[g]}}{2[g]} \times 100 \times 0.2 \quad (4) \end{aligned}$$

【0155】本発明では、前述したように、長寿命及びメンテナンスフリーという観点では非接触現像方式が好ましく、中でも、一成分非接触現像剤、特に非磁性一成分非接触現像のジャンピング現像方式が好ましい。このような観点から、本発明に用いられる現像剤としては、

よく、周知の現像剤としての現像特性、転写特性を満足するものであることが好ましい。このような観点も含めて、本発明では現像剤の好ましい特性を幾つか挙げることができる。なお、現像剤は、外添剤を含む、分級されたトナー粒子と、キャリアとからなる二成分現像剤であっても、左記のキャリアを有さない、一成分現像剤であってもよいし、磁性現像剤であっても非磁性現像剤であってもよい。

【0150】現像剤には、磁性、非磁性を問わず自己凝集性がある。自己凝集性は、磁気力に関係なく、隣接する現像剤同士が凝集する特性であり、自己凝集性も、基本的には小さい方が好ましいが、現像特性や定着特性等により下限がある。

【0151】凝集度が大きいと、上述の如く現像装置における流動性・搬送性に影響がでる他、特に帯電部材や感光体との接触部位において現像剤が摺擦を均一に受けることができず、現像剤の正規化が不均一であったり、不十分であったり、或いは正規化されない現像剤が発生する場合がある。正規化が不十分の場合には、帯電部材に取り込まれ、正規化するまで複数回の摺擦を受け、劣化しやすい。また、帯電部材から吐き出されたとしても、次期の現像工程で回収されず、カブリとなる傾向にある。

【0152】一方、凝集度が低すぎると、現像剤の帯電性、いわゆるトリボが低くなったり、規制部材による現像剤担持体上の現像剤量の規制が不安定になったり、特に高速機において、現像剤担持体からの現像剤の飛散が生じたりする場合がある。したがって、転写残トナーの正規化を十分にしつつ、優れた現像特性や定着特性等を実現する上で、現像剤の凝集度は35%以上70%以下、より好ましくは35%以上60%以下である。

【0153】なお、本発明において、凝集性・流動性の評価は、ホソカワミクロン社製 パウダーステーターの振動篩機を用いて、振動台に400mesh、200mesh、100meshの順で篩を重ねてセットする。この、重ねた篩の上に現像剤2gを静かに載せ、次に10秒間振動を加える。その後、各篩上に残った現像剤の重量を測定し、下式(4)により、凝集度を求める。

【0154】

【数15】

現像剤の着色剤が磁性粉体であること、すなわち磁性現像剤であることが好ましい。

【0156】また上述の如く、現像剤の凝集極性、及び流動性は、帯電部材と感光体との当接部において、摺擦をより均等に、かつ効率的に受ける為に重要な特性であ

る。現像剤、特に磁性現像剤では、現像装置内に磁気力発生手段を設けることで、磁性現像剤の漏れの防止や、現像剤の搬送性或いは攪拌性を維持したり、現像剤担持体上に磁力が作用するように磁気力発生手段を設けることにより、転写残トナーの回収性を高め、また磁性現像剤が穂立ちを形成することにより、現像剤の飛散を防止することが容易となる。

【0157】このような磁性現像剤においては、磁気力による凝集、いわゆる磁気凝集がある。磁気凝集を適正な範囲に抑制し、現像性を確保する為に、磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さ(飽和磁化)が10~50 Am<sup>2</sup>/kgであることが好ましい。50 Am<sup>2</sup>/kgよりも大きいと、現像剤に磁力を作用させたときに磁気凝集が過剰になり、現像剤の流動性が著しく低下し、現像性が低下し現像剤がダメージを受けやすくなり、トナー劣化が著しくなることがある。また、現像剤の磁気凝集により、特に、高温高湿下での耐久性が劣るものとなりやすい。さらに、転写性の低下に伴う転写残トナーが増加しやすく好ましくない。

【0158】一方、10 Am<sup>2</sup>/kgよりも小さいと、上記の磁気力発生手段による効果が十分に得られず、現像剤担持体上に磁力を作用させると現像剤の穂立ちが不安定となり、現像剤への帶電付与が均一に行えないことによるカブリ、画像濃度ムラ、転写残トナーの回収不良等の画像不良を生じる易くなる。なお上記現像剤の飽和

$$\text{平均円形度} (C) = \frac{\sum c_i}{m}$$

【0162】またモード円形度は、円形度を0.40から1.00までを0.01毎に61分割し、測定した粒子の円形度をそれぞれの円形度に応じて各分割範囲に割り振り、円形度頻度分布において頻度値が最大となるピークの円形度である。

【0163】平均円形度及びモード円形度は、例えば東亜医用電子製フロー式粒子像分析装置「FPIA-1000」を用いて測定することができる。具体的な測定方法としては、界面活性剤を約0.1mg溶解している水10mlに現像剤約5mgを分散させて分散液を調整し、超音波(20KHz, 50W)を分散液に5分間照射し、分散液濃度を5000~2万個/μlとして、前記装置により測定を行い、現像剤の平均円形度及びモード円形度を求める。

【0164】平均円形度やモード円形度は、例えば現像剤の製造において懸濁重合法等の重合法を採用したり、あるいは機械的衝撃によって現像剤を球形化処理することで制御することができる。機械的衝撃法を用いる場合においては、処理温度を現像剤のガラス転移点Tg付近の温度(Tg ± 10°C)を加えることが、凝集防止、生産性の観点から好ましい。さらに好ましくは、現像剤のガラス転移点Tg ± 5°Cの範囲の温度で行うことが、転写効率を向上させるのに特に有効である。

磁化は、磁性粉体の種類や添加量によって調整することができ、例えば振動型磁力計VSM P-1-10(東英工業社製)を用いて、25°Cの室温にて外部磁場79.6 kA/mで測定することができる。

【0159】さらに、本発明に用いられる現像剤は、トナー粒子の形状を制御することによって凝集性を低減し、流動性を向上させることができる。このような観点から、本発明では、現像剤の平均円形度が0.950以上0.995以下であることが好ましい。また現像剤のモード円形度が0.99以上であることが好ましい。このように現像剤の円形度を高く、球形に近い形状にすることで、凝集性を低減し、流動性を向上させることができる。また円形度を高くすることにより、転写効率の向上や、均一電性向上といった効果を得ることができる。

【0160】平均円形度は、現像剤の凹凸の度合いを表す指標であり、測定された各粒子の円形度(Ci)の総和を全測定粒子数(m)で除した値であり、現像剤の形状が完全な球形の場合1.000を示し、現像剤の表面形状が複雑になるほど平均円形度は小さな値となる。

【0161】

【数16】

$$\text{円形度} (C) = \frac{\text{粒子像と同じ投影面積を持つ円の周囲長}}{\text{粒子の投影像の周囲長}}$$

【数17】

【0165】また、本発明では、現像方式において、現像特性を良好に保つ観点から、現像剤の摩擦帶電量(トリボ)が-15~-3 μC/gであることが好ましい。摩擦帶電量は、トナー粒子に使用する材料の種類、例えば接着樹脂の種類や荷電制御剤の使用などによって制御することができ、また現像手段での摩擦帶電を制御することによっても制御することができる。

【0166】現像剤は、通常、現像手段の現像スリーブ上で所定の帶電極性及び帶電量に制御され、感光帶表面に現像される。現像剤は転写工程において、現像剤と逆極性の電界により転写される。そのため転写残現像剤は一般に正規の極性のものと逆極性のものが混在した状態であることが多い。

【0167】このような状態を踏まえて、現像剤の帶電極性及び帶電量は、感光体表面、現像スリーブ上などの、測定したい現像剤を有する部材の、さらに測定したい部位から現像剤を回収し、電荷測定と重量測定、及び粒径別に個数測定を行い、これらの測定結果から算出される。例えば、帶電量の個数分布を測定し、分布の最頻値を持って平均帶電量とする他、測定する現像剤を風力等で捕集し、総電荷量及び、重量を測定して平均帶電量を算出する方法などが挙げられる。

【0168】本発明において、現像に係る現像剤につい

では、現像スリーブ上、或いは現像工程から転写工程の間の感光体上の現像剤を測定することが好ましい。また、帶電工程後の現像剤については、帶電工程から現像工程の間の感光体上の現像剤を測定することが好ましい。

【0169】具体的には、測定したい部位の現像剤を風力等により捕集し、ホソカワミクロン(株)製のイースパートアナライザーEST-IIを用いて測定する。ここで $q/d$ (電荷/粒径)の個数分布が得られ、現像剤の比重とから $q/m$ (電荷/重量)の個数分布に換算できる。分布の個数分布から平均値を算出し、平均値をもって、帶電量の代表値とする。

【0170】また本発明では、高dpiの高画質に対応する等のために、現像剤の重量平均粒径が3~10μmであることが好ましい。重量平均粒径が3μm未満の現像剤においては、転写効率の低下から感光体上の転写残トナーが多くなり、帶電工程での感光体の削れや、トナー融着の抑制が難しくなる。さらに、現像剤全体の表面積が増えることに加え、粉体としての流動性及び攪拌性が低下し、個々のトナー粒子を均一に帶電させることが困難となることからカブリや転写性が悪化傾向となり、削れや融着以外にも画像の不均一ムラの原因となりやすいため、好ましくない。

【0171】また、重量平均粒径が10μmを越える場合には、文字やライン画像に飛び散りが生じやすく、高解像度が得られにくい。さらに装置が高解像度になっていくと10μm以上の現像剤は1ドットの再現が悪化する傾向にある。現像剤の重量平均粒径は、その製造法や分級によって制御することができる。

【0172】現像剤の重量平均粒径は、例えばコールターカウンターTA-II型あるいはコールターマルチサイザー(コールター社製)等種々の装置によって測定することができる。本発明においてはコールターマルチサイザー(コールター社製)を用い、個数分布、体積分布を出力するインターフェイス(日科機製)及びパーソナルコンピューターを接続した装置で測定することができる。この測定に際しては電解液を用いるが、この電解液としては、1級塩化ナトリウムを用いて1%NaCl水溶液を調整したものや、例えば、ISOTON R-II(コールターサイエンティフィックジャパン社製)が使用できる。

【0173】測定法としては、前記電解水溶液100~150ml中に分散剤として界面活性剤、好ましくはアルキルベンゼンスルホン酸塩を0.1~5mlを加え、更に測定試料を2~20mg加える。試料を懸濁した電解液は超音波分散器で約1~3分間分散処理を行い、前記コールターマルチサイザーによりアーバーチャーとして100μmアーバーチャーを用いて、2μm以上のトナー粒子の体積、個数を測定して体積分布と個数分布とを算出する。それから、体積分布から求めた体積基準の重量

平均粒径を求める。

【0174】本発明の現像剤は、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有するトナー粒子を有する。結着樹脂には公知のものを用いることができるが、その中でも、スチレン、アクリル酸及びそのエステル、及びポリエステルのうち、少なくとも一種以上を主原料とする樹脂であることが、現像特性や転写特性、及び耐久性等に優れた現像剤を得る上で好ましい。なおスチレンやアクリル酸及びそのエステルは、樹脂の単量体として含まれるものであって、樹脂の製造に係る重合に用いられるものである。このような結着樹脂としては、スチレンやアクリル酸及びそのエステルを重合性単量体として重合された樹脂、ポリエステルが混合された樹脂、及びこれらの両方を含む樹脂等が挙げられる。

【0175】着色剤としては、公知の着色剤を用いることができる。着色剤は現像剤の種類に応じて適宜選択することが好ましく、例えば非磁性現像剤であれば、公知の色素や顔料、カーボンブラック等の非磁性の着色剤、磁性現像剤であれば磁性酸化鉄等の公知の磁性粉体が用いられる。

【0176】トナー粒子には、上記の材料の他にも種々の添加剤を添加してもよい。このような添加剤としては、現像剤の帶電性を制御する荷電制御剤等が挙げられる。

【0177】またトナー粒子には、離型剤を添加してもよい。この離型剤は定着性などに寄与することが知られているが、本発明では現像剤の凝集性制御の目的で用いることができる。

【0178】トナー粒子は、結着樹脂に対し1~30質量%の離型剤を含有することが好ましい。より好ましくは3~25質量%である。離型剤の含有量が1質量%未満では離型剤の添加効果が十分ではなく、さらに、オフセット抑制効果も不十分である。一方、30質量%を超えると長期間の保存性が悪化すると共に、離型剤、磁性体等のトナー粒子材料の分散性が悪くなり、現像剤の流動性の悪化や画像特性の低下につながる。また、離型剤成分のしみ出しも起こるようになり、高温高湿下での耐久性が劣るものとなる。さらに、多量の離型剤としてのワックスを内包するために、トナー粒子の形状がいびつになりやすくなる。

【0179】内でも、示差熱分析による吸熱ピークが40~110°Cのもの、すなわち、示差走査熱量計により測定されるDSC曲線において昇温時に40~110°Cの領域に最大吸熱ピークを有するものが好ましく、より好ましくは45~90°Cである。上記温度領域に最大吸熱ピークを有することにより、凝集性の低減、さらに離型性の向上をより一層効果的に発現する。

【0180】最大吸熱ピークが40°C未満であると離型剤成分の自己凝集力が弱くなりすぎ、定着において耐高温オフセット性が悪化することがある。また、離型剤の

しみだしが生じ易くなり、現像剤の帶電量が低下すると共に、高温高湿下での耐久性が低下しやすい。一方、最大吸熱ピークが110°Cを越えると定着温度が高くなり低温オフセットが発生しやすくなり好ましくない。さらに、水系媒体中で造粒／重合を行う重合方法により直接トナー粒子を得る場合、最大吸熱ピーク温度が高いと、主に造粒中に離型剤成分が析出する等の問題を生じ、離型剤の分散性が悪化し好ましくない。

【0181】本発明の現像剤は、公知の方法によって製造することができる。このような方法としては、例えば懸濁重合法等の重合法や粉碎法が挙げられる。

【0182】また本発明の現像剤は、トナー粒子の他に通常用いられる外添剤を有していてもよい。このような外添剤は、主に現像剤の流動性の向上を目的として添加され、本発明では、このような外添剤の添加によって現像剤の凝集性を制御することも可能である。

【0183】例えば、流動化剤として個数平均一次粒径4～80nmの無機微粉体が添加されることも好ましい形態である。無機微粉体は、現像剤の流動性改良及びトナー粒子の帶電均一化のために添加されるが、無機微粉体を疎水化処理するなどの処理によって現像剤の帶電量の調整、環境安定性の向上等の機能を付与することも好ましい形態である。

【0184】無機微粉体の個数平均一次粒径が80nmよりも大きい場合、或いは80nm以下の無機微粉体が添加されていない場合には、転写残トナーが帶電部材へ付着した際に帶電部材に固着し易くなり、安定して良好な帶電特性を得ることが困難にある。また、良好な現像剤の流動性が得られず、トナー粒子への帶電付与が不均一になり易く、カブリの増大、画像濃度の低下、トナー飛散等の問題を避けられない。

【0185】無機微粉体の個数平均一次粒径が4nmよりも小さい場合には、無機微粉体の凝集性が強まり、一次粒子ではなく解碎処理によっても解れ難い強固な凝集性を持つ、粒度分布の広い凝集体として挙動し易く、凝集体の現像、感光体或いは現像剤担持体等を傷つけるなどによる画像欠陥を生じ易くなる。トナー粒子の帶電分布をより均一とするためには無機微粉体の個数平均一次粒径は5～60nmであることがよりよい。さらに好ましい値は6～50nmである。

【0186】本発明で用いられる無機微粉体としては、現像剤に良好な流動性を付与させる為にシリカ、アルミナ、酸化チタンが好ましく、その中でも特にシリカであることが好ましい。さらに、窒素吸着によるBET法で測定したシリカの比表面積が20～350m<sup>2</sup>/gのものが好ましく、より好ましくは25～300m<sup>2</sup>/gである。

【0187】上記、シリカ等の無機微粉体の外部添加（外添）に際して、凝集度・流動性の制御の為に、外添時の温度、外添強度、外添時間等を調整することが好ま

しい。一例としてヘンシェルミキサーを用いた場合、外添時の槽内温度は50°C以下であることが好ましい。これ以上の温度であると、熱により外添剤の埋め込みが急激に起こると共に粗粒が発生しやすく、好ましくない。また、ヘンシェルミキサーの羽根の周速としては10～80m/secであることが好ましい。さらに好ましくは60m/sec以下、もっとも好ましい範囲は40m/sec以下である。

【0188】また、本発明の現像剤は、前記外添剤として導電性微粒子を有するものであってもよい。外添剤としての導電性微粒子としては、前述したように金属酸化物の粒子が好ましい粒子として挙げられる。導電性微粒子を現像剤が有することにより、現像に伴って帶電部材と感光体との接触部位に導電性微粒子が供給されることから、導電性微粒子の安定供給及び装置の小型化等の観点から好ましい。

【0189】また本発明において二成分現像剤を用いる場合では、例えば磁性粉体、樹脂コートされた磁性粉体、樹脂中に磁性粉体が分散された粒子等、通常使用されるキャリアを用いることができる。

【0190】上記のような、感光体、現像剤、直接注入帶電手段、さらに評価方法において適宜な範囲の構成からなる画像形成方法を用いることで、転写残トナーの画像パターンを均し、一旦帶電工程において回収し、摺擦することによる転写残トナーの正規極性化が均一に、かつ有効になされ、現像兼回収が効率良くなれる。

【0191】このような作用は、特に現像剤が感光体表面ないし感光体表面の転写残トナーを機械的に摺擦する機構を有さない、非接触の現像方式及び現像剤において、より有効に作用する。

【0192】また、本発明によれば、プロセススピードや感光体の帶電設定の変更等、画像形成装置の設定変更に対し、画像安定性、耐久性、及びその他の特定についても広範囲に対応できる。

【0193】

【実施例】以下、実験例により本発明の効果を具体的に説明する。なお、本発明はこれらの実験例に限定されるものではない。

【0194】<実験例1>本実験例では、現像剤の凝集度の制御について検討を行った。本実験例で用いた現像剤は下記のように作製した。

【0195】（表面処理磁性体の製造例1）硫酸第一鉄水溶液中に、鉄イオンに対して1.0～1.1当量の苛性ソーダ溶液を混合し、水酸化第一鉄を含む水溶液を調製した。さらに、水溶液をpH9前後に維持しながら空気を吹き込み、80～90°Cで酸化反応を行い、種晶を生成させるスラリー液を調製した。

【0196】次いで、このスラリー液に当初のアルカリ量（苛性ソーダのナトリウム成分）に対し0.9～1.2当量となるよう硫酸第一鉄水溶液を加えた後、スラリー

一液を pH 8 前後に維持して、空気を吹き込みながら酸化反応をすすめ、酸化反応後に生成した磁性酸化鉄粒子を洗浄、沪過して一旦取り出した。この時、含水サンプルを少量採取し、含水量を計っておいた。

【0197】次に、この含水サンプルを乾燥せずに別の水系媒体中に再分散させた後、再分散液の pH を約 6 に調製し、十分攪拌しながらシランカップリング剤 (n-C<sub>10</sub>H<sub>21</sub>Si(OCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>) を磁性酸化鉄 100 質量部に対し 2.0 質量部（磁性酸化鉄の量は含水サンプルから含水量を引いた値として計算した）添加し、カップリング剤

スチレン

n-ブチルアクリレート

ジビニルベンゼン

飽和ポリエステル樹脂

負荷電性制御剤（モノアゾ染料系の Fe 化合物）

表面処理磁性体 1

上記原料を三井三池化工機（株）製アトライターを用いて均一に分散混合し、単量体組成物 1 を得た。

【0200】この単量体組成物 1 を 60°C に加温し、そこにエステルワックス（DSC における吸熱ピークの極大値 72°C）10 質量部を添加混合溶解し、これに重合開始剤 2,2'-アゾビス(2,4-ジメチルバレロニトリル) [t<sub>1/2</sub> = 140 分、60°C 条件下] 5 質量部を溶解し重合性单量体系 1 を得た。

【0201】前記水系媒体中に上記重合性单量体系 1 を投入し、60°C、窒素雰囲気下において、特殊機化工業（株）製 TK 式ホモミキサーにて 10,000 rpm で 15 分間攪拌し、造粒した。その後パドル攪拌翼で攪拌しつつ、60°C で 6 時間反応させた。その後液温を 80°C としさらに 4 時間攪拌を続けた。反応終了後、80°C でさらに 2 時間蒸留を行い、その後、懸濁液を冷却し、塩酸を加えて分散剤を溶解し、沪過、水洗、乾燥して質量平均粒径 7.3 μm のトナー粒子 1 を得た。

グ処理を行った。生成した疎水性酸化鉄粒子を常法により洗浄、沪過、乾燥し、次いで若干凝集している粒子を解碎処理して、表面処理磁性体 1 を得た。なお、この磁性体の疎水化度は 85% であった。

【0198】（現像剤 1～22 の製造）イオン交換水 70.9 g に 0.1 M-Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 水溶液 45.1 g を投入し 60°C に加温した後、1.0 M-CaCl<sub>2</sub> 水溶液 67.7 g を添加して Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> を含む水系媒体を得た。

【0199】一方、下記のトナー原料を準備した。

78 質量部

22 質量部

0.5 質量部

5 質量部

1 質量部

90 質量部

【0202】一方、個数平均一次粒径 9 nm のシリカにヘキサメチルジシラザンで処理した後シリコーンオイルで処理し、処理後の BET 値が 200 m<sup>2</sup>/g の疎水性シリカ微粉体を準備した。先に得られたトナー粒子 100 質量部に対し、疎水性シリカ微粉体 1.0 部を外添剤として加え、三井三池化工機（株）製ヘンシェルミキサーを用い、攪拌羽根の周速を 40 m/sec として 3 分間混合し、磁性トナーである現像剤 1 を調製した。

【0203】さらに、ヘンシェルミキサーによる攪拌羽根の周速と混合時間を変化させて、種々の現像剤（現像剤 2～22）を作製した。

【0204】これらの現像剤について、凝集度、及びその他の物性の評価を行った。結果を下表 1 に示す。表 1 より、外添の条件により、凝集度を制御できることがわかる。

【0205】

【表 1】

表 1

現像剤 No.	平均粒径 [μm]	攪拌羽根 周速 [m/sec]	混合時間 [分]	D4/D1	平均	モード	固性体の 平均粒径 [μm]	外添剤 粒径 [nm]	外添剤 過量率 [%]	凝集度 [%]
					円形度	円形度				
1	7.3	40	3	1.22	0.981				0.62	37
2	7.2		5	1.23	0.98				0.64	48
3	7.5		7	1.25	0.982				0.63	53
4	7.4		8	1.24	0.979				0.65	62
5	7.3		10	1.23	0.98				0.58	70
6	7.4		11	1.24	0.987				0.6	76
7	7.3		12	1.25	0.975				0.61	78
8	7.5		2	1.21	0.982				0.59	36
9	7.2		1	1.2	0.98				0.62	35
10	7.3		1	1.2	0.982				0.63	33
11	7.5	30	5	1.21	0.983	1.00	0.19	9.0	0.65	44
12	7.4		10	1.22	0.982				0.64	60
13	7.6		15	1.23	0.98				0.62	65
14	7.5		20	1.23	0.978				0.64	73
15	7.1		25	1.25	0.979				0.63	78
16	7.2		30	1.24	0.977				0.64	83
17	7.3		1	1.2	0.976				0.61	30
18	7.8		2	1.21	0.978				0.64	35
19	7.4		5	1.23	0.981				0.65	42
20	7.5		10	1.23	0.978				0.64	50
21	7.6	20	20	1.23	0.979				0.65	65
22	7.6		30	1.24	0.978				0.65	69

【0206】なお、D4は質量平均粒径、D1は個数平均粒径である。D4/D1は1.2~1.25の範囲で安定していた。この数値から、微粉が殆どないことがわかる。また、現像剤の磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さは、いずれも24~26 A m<sup>2</sup>/kgであった。

【0207】また、接着樹脂を各種振って同様の実験を行った結果、接着樹脂の材料（重合性单量体や混合される樹脂化合物等）としてスチレン、アクリル酸エステル、ポリエステルを使用した時に、外添剤による凝集度の調整を容易に行う事ができた。詳細な理由は不明だが、ガラス転移点Tgなどの物性が、本発明における外添剤での凝集度調整に適していたのではないか、と考えられる。

【0208】さらに、疎水性シリカ微粉体の粒径を様々に振って実験した結果、個数平均一次粒径が8~12 nmの時に良好な凝集度、流動性を得ることができた。また、シリカとチタニアを併用することによっても、35

~70%の良好な流動性を得るための外添条件のラチュードを広くとることができた。

【0209】<実験例2>図13に示すRF-PCVD法による電子写真装置用感光体の製造装置を用い、直径80mm(Φ80)の鏡面加工を施したアルミニウムシリンダー上に、表2に示す条件で、電荷注入阻止層(UBL)、光導電層、上部電荷注入阻止層(TBL)、及び表面層からなる感光体を作製し、表3に示す条件で、電荷注入阻止層(UBL)、光導電層、上部電荷注入阻止層(TBL)、表面層1、及び表面層2からなる感光体を作製した。さらに表面層の原料ガスの混合比を調整し、種々の表面層を有する感光体を作製した。また、上記シリンダーと同素材の板状基板に、表面層(表面層1、2がある場合は最表面層である表面層2)を、1.0μmの厚さで作製した。

### 【0210】

【表2】

	UBL	光導電層	TBL	表面層
ガスの種類、及び流量 SiH <sub>4</sub> [ml/min(normal)]	100	200	200	10
PH <sub>3</sub> [ppm(対SiH <sub>4</sub> )]	400			
H <sub>2</sub> [ml/min(normal)]	300	800	800	
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [ppm(対SiH <sub>4</sub> )]			200	
NO [ml/min(normal)]	50		0	
CH <sub>4</sub> [ml/min(normal)]				500
基板温度 [°C]	290	290	290	290
内圧 [Pa]	50	85	85	65
Power [W]	500	800	800	300
膜厚 [μm]	2	27	0.5	1.0

### 【0211】

【表3】

	UBL	光導電層	TBL	表面層1	表面層2
ガスの種類、及び流量 SiH <sub>4</sub> [ml/min(normal)]	100	200	200	10	10
PH <sub>3</sub> [ppm(対SiH <sub>4</sub> )]	400				
H <sub>2</sub> [ml/min(normal)]	300	800	800		
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [ppm(対SiH <sub>4</sub> )]			200		
NO [ml/min(normal)]	50		0		
CH <sub>4</sub> [ml/min(normal)]				500	200
基板温度 [°C]	290	290	290	290	270
内圧 [Pa]	50	65	65	65	53
Power [W]	500	800	800	300	1500
膜厚 [μm]	2	27	0.5	0.5	0.5

【0212】一方、上記Φ80感光体の評価用の電子写真装置としては、キヤノン製IR5000改造機を使用した。具体的には、潜像光源217の解像度を1200 dpiとし、主帶電手段を、弹性部材と微粒子からなる帶電部材201に変更した。また、転写及び分離帶電器を、スコロトロン帶電器から、ローラ状の転写手段206(a)、及び分離手段206(b)に変更し、各帶電器及び現像手段をネガ帶電性の感光体とネガ極性のトナーに適した極性にした。なお現像手段には、一成分磁性トナーを用いる非接触現像方式のものを使用した。また、感光体表面電位測定は、現像手段204相当位置に表面電位計(TRek社製 344/555P-4)をセットし、さらに露光後現像前の位置における感光体2

02の表面電位を測定する内部電位センサ209を設置した。

【0213】さらに、帶電部材201の当接圧及び駆動速度と、各帶電手段の電圧印加条件、各露光の露光量、プロセススピードを可変にする等の改造を施した。また、上記評価用電子写真装置には、帶電部材201の弹性部材へ導電性微粒子を補給する不図示の微粒子補給機構を設けた。また、クリーニング手段をIR5000に對して着脱自在に設けた。

【0214】以上のようにキヤノン製IR5000を改造した評価用電子写真装置を使用して、前述したよう、種々の感光体の電気的特性を評価した。結果、表2及び表3、及びその他の感光体は、共に帶電特性、感度

特性はほぼ同等であった。

【0215】一方、板状基板に作製した表面層サンプルについて、ESCAで組成分析を行った。表3における表面層2で、CH<sub>4</sub>に対するSiH<sub>4</sub>の混合比とESCA分析によるSi含有量の対応を図22に示す。なお、Si含有量はSi原子数/(C原子数+Si原子数)である。

【0216】図22より、表面層作製時のSiH<sub>4</sub>混合比によって、表面層のSi含有率を制御できることがわかる。なお、SiH<sub>4</sub>混合比とSi含有率の相関は、製膜する炉の構成や、成膜温度、放電電力等により異なると考えられるが、本実験例の条件では、表面層におけるSi含有量は、SiH<sub>4</sub>混合比が40%強まで、SiH<sub>4</sub>混合比に対して大略2倍である。すなわち、SiH<sub>4</sub>混合比で、a-C:Si:H層中のSi量を制御できることがわかる。

【0217】<実験例3>本実験例では、帯電部材と感光体との帯電電位差を評価し、使用する材料や装置の駆動条件等、種々の条件について検討した。評価用装置としては図1に示す装置を用いた。

【0218】図13に示すRF-PCVD法による電子写真装置用感光体の製造装置を用い、直径80mm(Φ80)の鏡面加工を施したアルミニウムシリンダー上に、表2、表3に示す条件で感光体を作製した。さらに表面層の原料ガスの種類、混合比、放電電力を調整し、種々の表面層を有する感光体を作製した。これらの感光体を感光体102として用いた。

【0219】帯電部材103には、芯金と、この芯金の周面を覆う、ウレタンを主成分とした導電性の弾性部材とから構成され、外径が18mm(Φ18)のローラ状帯電部材を作製し、これを用いた。この帯電部材103の抵抗は $4 \times 10^5 \Omega$ であった。またこの帯電部材103のアスカーカー硬度は30度であった。

【0220】導電性微粒子には、粒径が2~3μm、抵抗が $8 \times 10^2 \Omega \cdot cm$ の酸化亜鉛を使用した。上記導電性微粒子は図1の微粒子容器101に収容され、帯電部材103に適当量が塗布される。

【0221】なお、評価に際しては、図1に示す装置から、除去部材108、除電手段109、及び除電光104を取り外した。

【0222】まず帯電部材103を、感光体102表面に当接させる前に電源110にて0Vに制御した。一方、感光体102をプロセススピード300mm/seで回転駆動させると共に、帯電部材103が接触する

前の電位が0Vであることを確認した。この状態で、帯電部材103を感光体102に対し所定の相対速度差比(例えば200%など)になるよう駆動させた後、帯電部材103を、当接幅が7mmになるように感光体102に当接させた。

【0223】その時、電位検出手段107、106により検出された感光体表面電位は、当接後、感光体1周目から変化を始め、数周、乃至数十周で大略飽和する。飽和時の感光体表面電位を電位検出手段107、106により検出し、帯電部材直後を求め、さらに帯電部材103と感光体102の帯電電位差を求めた。また、電位計の測定データから、帯電の安定性を評価した。結果を表4に示す。

【0224】なお、安定性の評価は、帯電による感光体表面電位が定常状態に入った後の、感光体表面電位のばらつきによって以下のように評価した。

◎:ばらつきが3V未満

○:ばらつきが3V以上5V未満

●:ばらつきが5V以上

【0225】また、評価効率は、感光体の回転数を基準に帯電飽和までの時間で以下のように評価した。

◎:帯電飽和までの時間が感光体5回転以内

○:帯電飽和までの時間が感光体5回転超30回転以内

●:帯電飽和までの時間が感光体30回転超

【0226】結果、相対速度差比が小さい乃至皆無の状態では、電位自体の安定性については特に問題がなかつたが、飽和電位に達するまでの時間がかかる、すなわち帯電効率が低下する傾向にあった。一方、相対速度差比が大きすぎると、電位がばらついたり、帯電部材103や感光体102を損傷したりする場合があった。

【0227】さらに、導電性微粒子として、粒径が2~3μm、抵抗が $2 \times 10^2 \sim 8 \times 10^5 \Omega \cdot cm$ の酸化亜鉛を使用した。また酸化チタン、酸化錫、酸化アルミニウムを主成分とし、抵抗や粒径が上記の酸化亜鉛と同等の範囲になるようにした導電性微粒子も使用した。

【0228】感光体は、表3の表面層2の部分でSiH<sub>4</sub>とCH<sub>4</sub>の流量比率を変化させた物を作製し、それぞれ使用した。

【0229】結果を同様に表4に示す。表4より、感光体、導電性微粒子により帯電電位を制御できることがわかる。

【0230】

【表4】

表4

感光体 表面Si 含有量[%]	帯電部材		微粒子		帯電 電位[V]	安定性	評価 効率	
	種類	運動相対 速度差比 [%]	抵抗 [Ω·cm]	径 [μm]				
0.2	ウレタン	5	$4 \times 10^5$	融化亜鉛 /2.0	-35	○	○	
1.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-25	○	○	
2.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-23	○	○	
5.0	ウレタン	1	$4 \times 10^5$		-17	○	○	
10.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-12	○	○	
15.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-7	○	○	
20.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-3	○	○	
30.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-3	○	○	
5.0	ウレタン	1	$3 \times 10^5$		-6	○	●	
5.0	ウレタン	2	$4 \times 10^5$		-4	○	●	
5.0	ウレタン	10	$4 \times 10^5$	酸化錫 /1.8	-6	○	○	
5.0	ウレタン	100	$4 \times 10^5$		-3	●	○	
5.0	ウレタン	150	$4 \times 10^5$		-3	○	○	
5.0	ウレタン	100	$4 \times 10^5$		-7	●	○	
5.0	ウレタン	150	$4 \times 10^5$		-5	○	○	
5.0	ウレタン	200	$4 \times 10^5$		-16	○	○	
5.0	ウレタン	300	$4 \times 10^5$		-10	○	○	
5.0	ウレタン	380	$4 \times 10^5$		-13	○	○	
5.0	ウレタン	400	$4 \times 10^5$		-14	○	○	
5.0	ウレタン	420	$4 \times 10^5$		-13	○	○	
5.0	ウレタン	500	$4 \times 10^5$		-11	○	○	
バストラン								
融化亜鉛 /2.0								

※バストラン； $S_nO_2$  (Sb) + BaSO<sub>4</sub>；アンチモン添加の酸化スズと硫酸バリウムの混合物

【0231】次に、帯電部材、感光体、導電性微粒子の種類を振って、上記と同様に帯電電位差を評価した。

【0232】具体的には、上記と同様にEPDMを主成分としてなる導電性弾性部材や、シリコンゴムを含有する導電性弾性部材、ポリエチレンを主成分としてなる導電性弾性部材等、種々の材質からなる導電性弾性部材で芯金の周面を被覆してなる帯電部材103を作製し、これらを用いた。この帯電部材103の抵抗は $3 \times 10^3$ ～ $6 \times 10^6 \Omega$ 、アスカーソ硬度は25～45度であった。これらを使用して、上記同様の評価を行った結果、帯電部材によっても帯電電位を制御できることがわかった。

【0233】なお、感光体表面におけるa-C:Si:HのSi含有量が0.1%以上では、Si含有量に対応して帯電電位差 $\Delta V$ に変化が見られたが、0.1%未満の表面層の場合には、Si含有の効果が現れず、a-C表面層と同等の帯電電位差 $\Delta V$ となった。

【0234】帯電部材の相対速度差比についての結果を図21に概略を図示する。効率と精度、部材耐久性の総合的な観点から、導電性微粒子が介在する系では、相対速度差比が5%～400%が好ましい。ただし図中の $100 \pm 5\%$ 、すなわち帯電部材と感光体とが相対的に殆ど停止した状態では、帯電部材が感光体表面に均一に接触・摺擦されないことや、導電性微粒子が供給されないこと等のために、帯電電位のばらつきが大きいので、この範囲は避けることが好ましい。

【0235】帯電均一性については、まず転写残トナーや帯電手段からの吐き出しトナーが混入しない条件、例えばクリーニング手段を用いた評価機を用いて、現像工程から転写工程の間における感光体上の現像剤の摩擦帶電分布1を測定した。さらに、本例の評価において帯電手段から吐き出されたトナーについても、同様に摩擦帶

電分布2を測定した。両者の摩擦帶電分布を比較した時に、両者の差の絶対値 ( $\Delta$ 摩擦帶電 = |摩擦帶電分布1 - 摩擦帶電分布2|) が、摩擦帶電分布1に対してどの程度の比率か、によって、以下の様に評価した。摩擦帶電量の分布は、前述のEST-IIを使用して測定した。

◎：△摩擦帶電が、摩擦帶電分布1の15%未満

○：△摩擦帶電が、摩擦帶電分布1の15%以上、30%未満

●：△摩擦帶電が、摩擦帶電分布1の30%以上

【0236】なお、塗布する導電性微粒子には、実際の画像形成において使用する現像剤を所定量混合してもよい。その際、混合する現像剂量は、帯電部材の帯電電位や、感光体の帯電電位に影響を及ぼす場合があるため、混合する量を適正な範囲で使用することが重要である。

【0237】図24に、導電性微粒子として酸化亜鉛粒子を使用し、微粒子にキヤノン製GP405用の現像剤を混合し、このときの混合比を振った場合の帯電部材の電位(V1)や感光体の表面電位(V2)、すなわち現像剤の混入量と帯電手段の帯電効率との相関を表した。

【0238】なお、図24における現像剤の混入量は、導電性微粒子のみに対しての混入量を示した数値である。また、図24における「電位変動」は、帯電部材に印加している電圧に対する感光体表面電位の差分、即ち摩擦帶電により感光体表面電位が変動した「変化量」を表す。また、図24における「PE」は、図1の除電手段109による除電光(Pre Exposure)を表し、「PE On」は照射有り、「PE Off」は照射なしを表す。

【0239】混合する現像剤は、多すぎると、帯電部材の抵抗が増加したり、感光体・帯電部材の当接部に介在する粒子種が変わったりすることにより、 $\Delta V$ の値が本来の値とは異なってくる。したがって、現像剤の混入量は導電性微粒子に対して質量比で50%以内、より好ましくは20%以内が好ましい。

【0240】なお、導電性微粒子に混入する現像剤の量を調整するため、転写効率を変化させて試験を行った。転写効率とは、転写工程前の感光体表面に現像された現像剤量に対する、転写された現像剤量の比率を指す。具体的には、転写工程前の感光体表面に現像された現像剤量と、転写材に転写された現像剤量を各々測定し、比率を求める。また、転写効率が低い場合には、転写工程後に感光体表面に残留する現像剤量を測定し、転写工程前の現像剤量との差分を転写された量として、比率を求める。転写効率を変化させることで、帶電部材に混入する現像剤の量を制御することができる。転写効率を80%以上にした場合には、帶電部材と感光体の当接部における現像剤の存在量は、当接部を含む帶電部材全体において付着している粒子の質量比として測定した。

【0241】結果、実用画像として6%Dutyの画像形成を行った時に、上記現像剤の混入量は、導電性微粒子に対して質量比で平均的に20%以下であった。また、ベタ黒画像形成を行った場合にも、50%以内で推移した。

【0242】<実験例4>本実験例では、図1に示す評価用装置に代えて、図2に示すように改造したIR500改造機を用いて実験例3と同様の検討を行った。感光体、帶電部材、導電性微粒子については実験例3と同じものを用いた。結果を表5に示す。

【0243】表5より、実験例3と同様に感光体表面層や帶電部材の材質、また帶電部材の駆動条件等による差異が見られた。また上述の感光体、帶電部材、及び導電性微粒子の種類や、プロセススピード、各部材の配置角度、帶電部材の当接及び駆動条件等を合わせることで、図1の評価装置、図2の評価機で同等の帶電電位の結果を得られた。

【0244】なお、帶電部材へ供給される電流を測定すること、例えば電源110の電流測定手段、により、帶電部材と感光体間の電流値を測定して電位評価の代用とすることも可能である。電流値の積分値を求め、別途測定する感光体の電気的容量から、感光体の帶電部材直後の表面電位を求め、帶電電位差を算出することもできる。上記の各感光体、帶電部材について電流値を測定し、帶電電位差を求めた結果、表面電位から求めた帶電電位差と良く一致した。

【0245】なお、実験例3と同様、感光体表面a-C:Si:HのSi含有量が0.1%以上では、Si含有量に対応して帶電電位差△Vに変化が見られたが、0.1%未満の表面層の場合には、Si含有の効果が現れず、a-C表面層と同等の帶電電位差△Vとなった。

#### 【0246】

#### 【表5】

感光体 表面Si 含有量 [%]	帶電部材		現像子		帯電 電位[V]	安定性	評価 効率
	種類	駆動相対 速度差比 [%]	抵抗 [Ω·cm]	粒径/ 径[μm]			
0.5	ウレタン	5	$4 \times 10^5$	酸化亜鉛 /2.0	-29.0	○	○
1.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-28.0	○	○
2.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-22.0	○	○
5.0	ウレタン	1	$4 \times 10^5$		-18.0	○	○
10.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-12.0	○	○
15.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-8.0	○	○
20.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-5.0	○	○
30.0	ウレタン	5	$4 \times 10^5$		-4.0	○	○
5.0	ウレタン	1	$3 \times 10^5$		-4.0	○	●
5.0	ウレタン	2	$4 \times 10^5$		-3.0	○	●
5.0	ウレタン	10	$4 \times 10^5$	酸化錫 /1.8	-3.0	○	○
5.0	ウレタン	100	$4 \times 10^5$		-4.0	●	○
5.0	ウレタン	150	$4 \times 10^5$		-2.0	●	●
5.0	ウレタン	100	$4 \times 10^5$		-6.0	●	○
5.0	ウレタン	150	$4 \times 10^5$		-5.0	●	●
5.0	ウレタン	200	$4 \times 10^5$	バストラン /2.0	-17.0	○	○
5.0	ウレタン	300	$4 \times 10^5$		-9.0	○	○
5.0	ウレタン	380	$4 \times 10^5$		-13.0	○	○
5.0	ウレタン	400	$4 \times 10^5$		-15.0	○	○
5.0	ウレタン	420	$4 \times 10^5$		-14.0	○	○
5.0	ウレタン	500	$4 \times 10^5$		-10.0	○	○

【0247】<実験例5>まず、IR5000改造機に、感光体、帶電部材、導電性微粒子を帶電部材に塗布するための機構（図1に示される101及び111）、及びクリーニング手段を装着し、画像形成を行った。

【0248】感光体には、実験例で作製したのと同様の表面層を有するφ80mmの物を作製し使用した。帶電部材にはアスカーソ硬度が23度で、抵抗が $5 \times 10^3$ Ωの、実験例で使用したウレタン、シリコンゴム等を主成分としてなる導電性の弾性ローラを使用した。導電性微粒子には、実験例で使用した粒子の他、燐やタンゲス

テンをドープした酸化錫や酸化チタン等を使用した。現像剤には、実験例で使用したトナー粒子1に、9nmの疎水性シリカ微粉体を外添した、平均粒径が7.3μm、凝集度が65%、磁場79.6kA/mにおける磁化の強さが $2.4 \text{ Am}^2/\text{kg}$ の現像剤を使用した。

【0249】帶電部材は、感光体との当接幅が7mmになるようにセットした。また、プロセススピードを260mm/secとして、プロセススピードに対して相対速度が40%の面速度で、感光体駆動方向に対し順方向になるように帶電部材を回転駆動させた。この構成で、

先の実験例に準じて帶電電位差 $\Delta V$ を測定した。

【0250】さらに、この状態で、潜像露光を照射しない時の感光体表面電位、いわゆる暗電位 $V_d$ を-450V、また露光照射時の感光体表面電位、いわゆる明電位 $V_I$ を-50Vになるように、帶電部材への電圧印加条件や潜像露光強度を調整し、1000枚の画像形成を行った。さらに、現像手段の、現像剤担持体表面にある現像剤のトリボ測定を行った。

【0251】また、帶電部材と感光体との当接幅が7mmとなるようにセットし、感光体に対して相対速度差が60%、80%の順方向駆動、及び150%、200%のカウンター駆動を行った。

【0252】次に、クリーニング手段を除去し、IR5000改造機をいわゆるクリーナーレスに改造した。上記のクリーナー有りの状態で使用した感光体、帶電部材、導電性微粒子を使用し、1000枚の画像形成を行った。結果、クリーナー有りと同様の良好な画像を得られた。

【0253】次に、これらの感光体、帶電部材、また現像剤は実験例で使用したネガ極性現像剤、さらに上記の評価機を用いて、500K枚の耐久試験を行った。耐久試験中の初期、200K、500K終了時において、転写残現像剤が帶電工程を通過した（吐き出し）後の現像剤の帶電特性（トリボ）を評価した。また、耐久中の画質についても、評価した。

【0254】なお、各特性の評価方法及び評価基準は下記の通りである。画像上のかぶりは、反射濃度計（リフレクトメーターTC-6DS、東京電色社製）を用いて測定した。画像形成前の転写材の反射濃度を $D_r$ （%）、画像形成後の白地部反射濃度の平均値を $D_s$ （%）とすると、 $D_s - D_r$ が画像上のかぶり量（%）であり、これを以下のように評価した。

◎：反射濃度が1%未満

○：反射濃度が1%以上3%未満

●：反射濃度が3%以上

【0255】回収性的評価は、A3サイズの原稿で、前半のうち感光体の長軸方向で約1/3に相当する中央領域はベタ黒で、それ以外の部分はベタ白、また後半は全領域においてベタ白の原稿を使用し、前半がベタ黒の領域における後半ベタ白部分のかぶりと、前半がベタ白の領域における、後半ベタ白部分のかぶりの差をもって判定し、以下のように評価した。

◎：かぶりの差が1%未満

○：かぶりの差が1%以上3%未満

●：かぶりの差が3%以上

【0256】均一性の評価は、ハーフトーンチャート（キヤノン製、FY9-9042-020）のベタ画像中における、任意の10点の反射濃度を測定し、平均反射濃度が0.3の時における反射濃度のMax値とMin値の差 $\Delta D$ をもって判定し、以下のように評価した。

◎： $\Delta D$ が0.05未満

○： $\Delta D$ が0.05以上0.1未満

●： $\Delta D$ が0.1以上

【0257】がさつき、掃むらの評価は、複合テストチャート（キヤノン製、FY9-9013-000）を使用して画像形成し、画像上の細線をもって判定した。1ライン1スペースの間隔で、1mm幅に10本の線がある場合を1.0として、細線の途切れやかすれが発生する範囲によって以下のように評価した。

◎：7.0以上

○：4.5以上7.0未満

●：4.5未満

【0258】感光体の耐久性評価は、感光体の帶電特性、感度特性、ゴースト測定、摩耗速度から判定し、以下のように評価した。

◎：帶電特性、感度特性、ゴーストの変化率が3%以内であり、かつ摩耗速度が5Å/10K枚以下

○：帶電特性、感度特性、ゴーストの変化率が3%以内であり、かつ摩耗速度が5Å/10K枚超7Å/10K枚以下

●：帶電特性、感度特性、ゴーストの変化率が3%超、又は摩耗速度が7Å/10K枚超

【0259】現像耐久性的評価は、耐久前後におけるベタ黒画像及びハーフトーン画像の、反射濃度変化 $\Delta D_3$ をもって判定し、以下のように評価した。

◎： $\Delta D_3$ の大きい方の値が0.05未満

○： $\Delta D_3$ の大きい方の値が0.05以上0.1未満

●： $\Delta D_3$ の大きい方の値が0.1以上

【0260】画質耐久性的評価は、耐久後のかぶり、均一性、スリープゴーストの評価の結果をもって判定し、以下のように評価した。

◎：耐久前と同等

○：1ランクの変動の場合でかつ耐久後評価が●ではない場合

●：上記以外の場合

【0261】帶電耐久性的評価は、所定枚数（本例では5K枚）毎に、帶電特性として、帶電部材への印加電圧を振って、感光体の表面電位を測定した。また帶電部材の抵抗変動の指標として、該帶電部材の電流を測定し、以下のように評価した。

◎：非常に良い；帶電特性、及び帶電部材電流の変化率が5%以内

○：良い；帶電特性、及び帶電部材電流の変化率が1.5%以内

●：従来並、乃至はそれ以下；上記以外

【0262】プロセススピード、帶電部材と感光体との相対速度、及び現像剤の種類を固定して、感光体の種類、導電性微粒子の種類、帶電部材の種類を変えて行った耐久試験の試験条件を表6に、その評価結果を表7にそれぞれ示す。

【0263】

【表6】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	導電性微粒子		プロセス スピード [mm/sec]	帯電部材			現像剤		ΔV [V]	式(3) Z値
		種類	抵抗 [Ω·cm]		種類	抵抗 [Ω·cm]	相対速度 差比[%]	粒径 [μm]	凝聚度 [%]		
1	0.5	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$	260	タレタン	$5 \times 10^3$	40	7.5	65	-29	-247
2	2.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$				-22	-218
3	5.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$				-17	-184
4	20.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$				-3	-37
5	30.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$				-3	-38
6	0.5	アストラム ゴム	$6 \times 10^2$		シリコン ゴム	$6 \times 10^2$				-6	-51
7	30.0	Sbt'-J'	$2 \times 10^3$		シリコン ゴム	$5 \times 10^3$				-2	-25

【0264】

【表7】

実験 No.	耐久 枚数 [千枚]	スリーブ上 ドリル [μC/g]	吐出し 帯電量 [μC/g]	画質					耐久性			
				かぶり	回収性	均一性	掲むら	感光体 耐久性	現像 耐久性	画質 耐久性	帯電 耐久性	
1	0	-8.5	-8.6	◎	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.4	-9.2	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
	500	-8.2	-8.6	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
2	0	-8.5	-8.6	◎	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.4	-8.4	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
	500	-8.3	-8.4	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
3	0	-8.5	-8.5	◎	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.3	-8.5	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
	500	-8.4	-8.2	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
4	0	-8.5	-8.6	○	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.3	-8.3	○	◎	○	○	◎	◎	○	○	
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	◎	◎	○	○	
5	0	-8.5	-8.5	○	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.3	-8.3	○	◎	○	○	◎	◎	○	○	
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	◎	◎	○	○	
6	0	-8.5	-8.6	◎	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.4	-9.2	○	◎	○	○	◎	◎	◎	○	
	500	-8.2	-8.6	○	◎	○	○	◎	◎	○	○	
7	0	-8.5	-8.5	○	◎	○	○	—	—	—	—	
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	◎	◎	○	○	
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	◎	○	○	○	

【0265】プロセススピード及び現像剤の条件を固定し、相対速度、回転駆動方向、感光体の種類、導電性微粒子の種類、帯電部材の種類、回転駆動方向を含めて相対速度を変えて行った耐久試験、及び、プロセススピ

ードの条件のみを変えて行った耐久試験の試験条件を表8に、それらの評価結果を表9にそれぞれ示す。

【0266】

【表8】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	導電性微粒子		プロセス スピード [mm/sec]	帯電部材			現像剤		ΔV [V]	式(3) Z値
		種類	抵抗 [Ω·cm]		種類	抵抗 [Ω·cm]	相対速度 差比[%]	粒径 [μm]	凝聚度 [%]		
8	0.5	Sbt'-J'	$2 \times 10^3$	260	タレタン	$5 \times 10^3$	60	85	7.5	-20	-170
9	2.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$	80			-21	-208
10	6.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$	160			-17	-184
11	20.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$	200			-3	-37
12	30.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$		タレタン	$5 \times 10^3$	160			-4	-50
13	0.5	アストラム ゴム	$8 \times 10^3$		シリコン ゴム	$8 \times 10^3$	200			-6	-51
14	30.0	Sbt'-J'	$2 \times 10^3$		シリコン ゴム	$5 \times 10^3$	200			-3	-38
15	6.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$	150	タレタン	$5 \times 10^3$	40			-10	-173
16	6.0	酸化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^3$	450	タレタン	$5 \times 10^3$	40			-14	-151

【0267】

【表9】

表9

実験 No.	耐久 枚数 [枚]	スリーフ上 Hg <sup>+</sup> [μC/g]	吐出し 帯電量 [μC/g]	画質				耐久性			
				かぶり	回収性	均一性	滑むら	感光体 耐久性	現像 耐久性	画質 耐久性	帯電 耐久性
8	0	-8.5	-8.6	◎	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○	○
9	0	-8.5	-8.6	◎	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
10	0	-8.5	-8.5	◎	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○	○
11	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
12	0	-8.5	-8.5	◎	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
13	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○	○
14	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
15	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○	○
16	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○	○

【0268】現像剤の種類（凝集度）の条件のみを変え  
て行った耐久試験の試験条件を表10に、その評価結果  
を表11にそれぞれ示す。

【0269】

【表10】

表10

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	導電性微粒子		アロセ ズット [cm/sec]	帯電部材			現像剤 粒径 [μm]	△V [V]	式(3) Z値
		種類	抵抗 [Ω·cm]		種類	抵抗 [Ω·cm]	相対速度 差比[%]			
17	20.0	硬化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^2$	260	カタク	$5 \times 10^3$	40	7.4	35	-3
18	20.0	硬化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^2$	280	カタク	$5 \times 10^3$	40	7.3	40	-3
19	20.0	硬化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^2$	260	カタク	$5 \times 10^3$	40	7.5	50	-3
20	20.0	硬化亜鉛 /2.0	$8 \times 10^2$	260	カタク	$5 \times 10^3$	40	7.5	60	-3

【0270】

【表11】

表11

実験 No.	耐久 枚数 [枚]	スリーフ上 Hg <sup>+</sup> [μC/g]	吐出し 帯電量 [μC/g]	画質				耐久性			
				かぶり	回収性	均一性	滑むら	感光体 耐久性	現像 耐久性	画質 耐久性	帯電 耐久性
17	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
18	0	-8.5	-8.8	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
19	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
20	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○

【0271】表6～表11より、感光体表面層のSi含有量や帯電電位差が吐き出し現像剤のトリボに影響することがわかる。

$$Y[\text{ppm}] = (\text{Si原子数}) / (\text{C原子数} + \text{Si原子数}) \times 10^6 \quad (1)$$

$$\Delta V = (V_2 - V_1) \quad (2)$$

$$Z = \ln(Y) \times \Delta V \quad (3)$$

とした時のZの値が-20以下の時に、吐き出し現像剤が正規のネガ極性を有していることが判明した。

【0273】Zは、より好ましくは-30以下、最適には-40以下である。このとき、現像手段中の現像剤のトリボに非常に近い値を有する場合に、或いは帯電部材

【0272】本発明者が帯電電位差と吐き出し現像剤のトリボの相関について鋭意検討した結果、

とプロセススピードの差異が小さい場合にも、吐き出し後の現像剤のトリボが正規の極性に復帰し、良好な画像を得ることができた。

【0274】なお、帯電部材の駆動条件としては、カウンター駆動の方が、帯電均一性に優れ、ハーフトーン画像形成時などのスジ状の画像、いわゆる掃きムラ、が抑制された、より良好な画像が得られた。これは、図19

に示すように、カウンター駆動した系では転写残現像剤は、主として帯電部材と感光体の当接部上流側から帯電部材に引き上げられ、帯電部材の上側を経由して感光体に吐き出される。このため、カウンター駆動の方が帯電部材と感光体の当接部の現像剤量が少ないとや、接触機会が増加することにより、帯電部材による感光体への帯電付与性、特に帯電均一性に優れるものと考えられる。

【0275】一方、吐き出し現像剤のトリボ正規化という観点では順方向駆動の方が良好な結果を得られた。これは、図20に示すように、順方向に駆動した系では転写残現像剤は、主として感光体と帯電部材の当接部を経由して吐き出されるため、順方向駆動の方が、現像剤が当接部にて受ける摺擦が増加し、吐き出し現像剤のトリボがより正規化され、現像手段での回収性について良好な結果が得られるものと考えられる。

【0276】また、現像剤の粒径、磁化強度はほぼ同等として、凝集度を振って同様の試験を行ったところ、現像剤の凝集度が35～70%の範囲で良好な結果が得られた。また、外添剤としてシリカとチタニアを併用した場合にも、現像剤の凝集度が35～70%の範囲で良好な結果が得られた。

【0277】<実験例6>実験例5と同様、実験例1で作製したネガ極性現像剤を使用し、感光体にはSi原子

を30原子%含有する、いわゆるa-SiC表面層を有する物を使用した。帯電部材には、前記弹性部材がウレタンのものを使用し、導電性微粒子としては酸化亜鉛に、さらに正帶電性に処理を施した物を使用した。

【0278】実験例5と同様にクリーナー有りで現像剤トリボ、及び画質を評価し、さらにクリーナーレスの状態で500Kの耐久試験を行った。また表面層におけるSi含有量が異なる感光体を用いて同様に耐久試験を行った。耐久試験の試験条件を表12に、その評価結果を表13にそれぞれ示す。

【0279】

【表12】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	アロエ ストローム [nm/sec]	帯電部材		現像剤		AV [V]	式(3) Z値
			抵抗 [0·cm]	相対速度 差比[%]	粒径 [μm]	凝集度 [%]		
21	0.5						-45	-383
22	1.0						-40	-388
23	1.0						-33	-304
24	1.0						-32	-295
25	2.0						-25	-248
26	5.0						-17	-184
27	10.0						-15	-173
28	0.5						-20	-170
29	30.0						-4	-50

【0280】

【表13】

実験 No.	耐久 枚数 [枚]	スロープ上 トリボ [eC/g]	吐出し 荷電量 [eC/g]	画質			耐久性			
				かぶり	回収性	均一性	滑ら	現像 耐久性	画質 耐久性	帯電 耐久性
21	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○
22	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
23	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○
24	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
25	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
26	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○
27	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
28	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.8	○	○	○	○	○	○	○
29	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○

【0281】表12及び表13より、式(3)のZ値は-300以上であるとき、耐久を通じて良好な画質を維持することができた。これは、-300以上とすることで、特に相対速度差が大きい場合に、吐き出し現像剤のトリボが正規のトリボよりも高くなり過ぎることや、導電性微粒子が過剰に現像剤に混入したりすること等による、現像剤の帯電性の低下を防止し、吐き出し後の現像剤が効率よく回収され、また現像剤担持体表面に均一に

コートされ、結果、かぶりや現像剤担持体上への現像剤の凝着、いわゆるプロッチ等が抑制され、良好な画像を得ることができるためと考えられる。

【0282】<実験例7>表2や表3の感光体製造処方例に対し、SiH<sub>4</sub>とCH<sub>4</sub>の流量を調整し、Si含有量が異なる最表面層を有するφ80の感光体を作製した。また、帯電部材には、前記弹性部材がウレタンを主成分とし、抵抗が5×10<sup>3</sup>Ωのものを、導電性微粒子には

酸化錫を使用した。

【0283】前述した実験例と同様に、IR5000を改造した評価機と上記の部材を用いて、表14に記載のプロセススピードにて耐久試験及びその評価を行い、かつ帶電電位差を求めた。耐久試験の試験条件を表14に、その評価結果を表15にそれぞれ示す。

【0284】

【表14】

表14

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	プロセス Xl"→t" [nm/sec]	帯電部材	現像剤	△V [V]		式(3) Z値
					相対速度 差比[%]	粒径 [μm]	
30	0.05	260	250	65	-25	-155	
31	0.10				-20	-138	
32	0.15				-18	-132	
33	1.00				-16	-147	
34	2.00				-14	-139	
35	10.00				-11	-127	
36	15.00				-9	-107	
37	20.00				-7	-85	
38	23.00				-4	-49	

【0285】

【表15】

表15

実験 No.	耐久 枚数 [枚]	スリフ上 吐出し 帶電量 [pC/g]	回収性	画質		耐久性			
				かぶり	均一性	滑らか	感光体 耐久性	現像 耐久性	画質 耐久性
30	0	-8.5	-2.0	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-1.0	○	●	○	○	○	○
	500	-8.2	+1.0	○	●	○	○	○	○
31	0	-8.5	-8.8	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-7.9	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.1	○	○	○	○	○	○
32	0	-8.5	-8.5	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○
33	0	-8.5	-8.8	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○
34	0	-8.5	-8.5	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○
35	0	-8.5	-8.5	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○
36	0	-8.5	-8.5	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○
37	0	-8.5	-8.5	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○
38	0	-8.5	-8.7	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.7	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.6	○	○	○	●	○	○

【0286】Si含有量(Y)は少なすぎると、実験例3の結果の如く、帶電電位、及び吐き出し後の現像剤のトリボに対して有効に働くかず、Siを添加した効果が見られない。一方、多すぎる場合にはa-C表面層特有の膜の硬度や、耐磨耗性が低下し、耐久性が低下する場合がある。したがって、Si含有量Yは1000 ppm (0.1%)以上20%以下が好ましい。

【0287】<実験例8>現像剤には、実験例1にて作製したトナー粒子1に、9 nmの疎水性シリカ微粉体を外添した、平均粒径が7.3 μm、凝集度が65%、磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さが24 Am<sup>2</sup>/kgの現像剤を使用した。さらに実験例1に準じて凝集度を調整した。

【0288】また、Si含有量が0.5%の表面層を有する感光体を作製した。帯電部材には、Siゴムを主体とする抵抗が8×10<sup>3</sup> Ωの弾性部材を使用し、感光体

との当接幅は7 mm、相対速度差比を120%とした。また、導電性微粒子には酸化錫を使用した。

【0289】これらをφ80用評価機に設置し、プロセススピードが480 m/secの状態で、前述した実験例と同様に帶電電位差の評価及び耐久試験を行った。耐久試験の試験条件を表16に、その評価結果を表17にそれぞれ示す。

【0290】

【表16】

表16

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	ΔV [V]	式(3) Z値	現像剤	
				粒径 [μm]	凝集度 [%]
39	5.0	-3	-32	7.3	33
40				7.2	35
41				7.4	40
42				7.3	50
43				7.3	55
44				7.3	60
45				7.5	63
46				7.4	67
47				7.2	70

【0291】

【表17】

表17

実験 No.	耐久 枚数 (枚)	スリフ上 吐出し 帶電量 [μC/g]	画質				耐久性			
			かぶり	回収性	均一性	滑ら	現像 耐久性	画質 耐久性	帶電 耐久性	
39	0	-8.5	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-7.1	-7.8	○	○	○	○	○	○	○
	500	-7.2	-7.0	○	○	○	○	○	○	○
40	0	-8.5	-8.8	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.8	○	○	○	○	○	○	○
41	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
42	0	-8.6	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○
43	0	-8.5	-8.8	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
44	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○
45	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
46	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.0	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-7.7	○	○	○	○	○	○	○
47	0	-8.5	-8.8	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-7.8	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-7.4	○	○	○	○	○	○	○

【0292】表16及び表17より、特に凝集度が60%以下のときに、転写残の現像剤がより効率的に現像手段で回収された。また、同等の帶電電位差の系では、凝集度が60%を超す現像剤と比較して、吐き出し現像剤のトリボの絶対値も高い値が得られており、現像剤の凝集性が転写残現像剤の回収性に影響したものと考えられる。

【0293】これは、凝集度が低い現像剤を使用することで、帶電部材における現像剤の流動性が高く、摺擦がむらなくなされ、個々の現像剤が正規化されるためと考えられる。また、帶電均一性、掃きむらも良好な結果が得られた。これは、帶電部材における現像剤の流動性により、局所的な現像剤の滞留を防止し、実質的に帶電不良域が解消されるためと考えられる。

【0294】<実験例9>先の実験例で使用した評価機に対して、図23の概略図に示すように、上流側・下流側に二つの帶電部材を任意の駆動条件で設置可能のように改造した。現像剤、帶電部材、導電性微粒子には先の実験例で使用したものを使用し、感光体はSi含有量が5.0%のa-C:Si:H表面層を有する感光体を使

用した。

【0295】帶電部材は上流側・下流側ともに当接幅を7mmとし、上流側を相対速度差が180%のカウンター駆動に、下流側を相対速度差が20%の順方向駆動にして、500Kの耐久試験を行った。また、上流側と下流側の帶電部材の駆動条件を入れ替えた（上流=順方向、下流=カウンター）もので同様に耐久試験を行った。耐久試験の試験条件を表18に、その評価結果を表19にそれぞれ示す。

【0296】

【表18】

実験 No.	帶電相対速度差比	現像剤	
		上流 [%]	下流 [%]
48	180	20	7.3
49	20	180	7.2

何れもΔV=-4、式(3)のZ値=-38

【0297】

【表19】

表19

実験 No.	耐久 枚数 [枚]	スリーブ上 付電量 [μC/g]	吐出し 帶電量 [μC/g]	耐久性				
				かぶり	回収性	均一性	捲むら	現像 耐久性
48	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—
	200	-8.4	-8.3	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○
49	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.3	○	○	○	○	○

【0298】表18及び表19より、いずれもトナー回収性、帶電均一性が両立された良好な結果を得られた。また、感光体の摩耗速度を低減し、総合的な寿命の向上にも効果が見られた。

【0299】また、上流側・下流側の、各々の帶電部材の駆動条件（相対速度差比）を振って、同様の耐久評価を行った。結果、表18及び表19と同様に良好な結果を得られた。これは、帶電部材が一個の時に比較して、トナー回収性、帶電均一性の両立できる範囲が広く、相対速度差の総和を低減することができたことによると考えられる。

#### スチレン単量体

2-エチルヘキシルアクリレート単量体

#### ジビニルベンゼン単量体

カーボンブラック

ポリカーボネート樹脂（ピーク分子量=4500）

アゾ系鉄化合物

エステル系ワックス成分

78質量部

22質量部

0.15質量部

6質量部

4質量部

2質量部

6質量部

からなる混合物をアトライター（三井金属社製）を用い3時間分散させた後、2, 2'-アゾビス(2, 4-ジメチルバレノニトリル)7質量部を添加し、重合性単量体組成物を調製した。

【0302】次に、前記水系分散媒体中に重合性単量体組成物を投入し、内温70°CのN<sub>2</sub>雰囲気下で高速搅拌器の回転数を12000 rpmに維持しつつ15分間搅拌し、重合性単量体組成物を造粒した。その後、搅拌器をパドル搅拌羽根に換え、50 rpmで搅拌しながら同温度に5時間保持し、さらに80°Cに昇温して10時間保持して重合を完了した。

【0303】重合終了後、加熱減圧下で残存モノマーを留去し、次いで、冷却後に希塩酸を添加して難水溶性分散剤を溶解せしめた。さらに水洗浄を数回繰り返した後、円錐型リボン乾燥機（大川原製作所製）を用い、加熱減圧下で、螺旋リボン回転翼で搅拌しながら重合性粒子の球形化処理と乾燥処理を6時間行い、重合体粒子(A)を得た。

【0304】上記重合体粒子(A)100質量部と、実験例1で使用した疎水性オイル処理シリカ微粉体2質量部を、ヘンシェルミキサーで搅拌羽根の周速を40 m/secとして3分間乾式混合してトナー23とした。なお、混合の際の搅拌羽根周速は30 m/secで2.5分間とした。重合体粒子(A)の円相当個数平均径は6.4 μmで、円形度頻度分布における平均円形度は0.985、円形度標準偏差は0.031であった。ま

#### 【0300】<実験例10>

(現像剤23の製造例) 高速搅拌装置TK式ホモミキサー（特殊機化工業社製）を具備した2リットル用4つ口フラスコ中に、イオン交換水650 gと0.1 mol/lリットル-Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>水溶液500 gを投入し、回転数を12000 rpmに調整し、70°Cに加温せしめた。ここに1.0 mol/lリットル-CaCl<sub>2</sub>水溶液70質量部を徐々に添加し、微小な難水溶性分散剤Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>を含む水系分散媒体を調製した。

#### 【0301】一方、分散質として

た、トナー23の凝集度は4.3%、シリカ遊離率は0.61であった。

【0305】さらに、周知の磁性キャリア剤、本例ではフェライトキャリアと混合して、いわゆる非磁性二成分の現像剤23とした。なお、混合比は、二成分現像剤全体に対して、上記トナー23が8%となるように混合した。

【0306】一方、評価機としては、実験例2の評価機に対して、さらに現像剤担持体内の磁極の配置や磁束密度を変更したり、該現像剤担持体と感光体の間隔を変更したりするなど、現像手段を二成分現像用にする改造を追加した。

【0307】現像剤23を前述した上記改造機に適用して先の実験例と同様に耐久試験を行った。感光体には、表面層がa-C:H表面層について、表面層のCH<sub>4</sub>とSiH<sub>4</sub>との混合比、流量等を変化させること、また放電電力や基板温度等を変えることによって、種々の表面層を有する感光体を作製し、これらを用いた。また、導電性微粒子には先の実験例と同様に、酸化錫、酸化亜鉛、パストラン等を使用した。

【0308】上記の現像剤、感光体、及び導電性微粒子を用いて先の実験例と同様に耐久試験や帶電電位差△Vの評価を行った。耐久試験の試験条件を表20に、その評価結果を表21にそれぞれ示す。

#### 【0309】

#### 【表20】

表20

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	$\Delta V$ [V]	式(3) Z値	現像剤	
				粒径 [μm]	凝集度 [%]
50	5.0	-3	-32	7.3	33
51	1.5	-4	-38	7.2	35
52	0.5	-10	-85	7.4	40
53	1.0	-4	-37	7.3	50
54	10.0	-5	-58	7.3	55

【0310】

【表21】

表21

実験 No.	耐久 枚数 (枚)	29-7°上 $\Delta V$ [V]	吐き出 し電量 [eC/g]	西質				耐久性		
				かぶり	回収性	均一性	滑らか	現像 耐久性	画質 耐久性	帶電 耐久性
50	0	-8.5	-8.5	○	●	○	○	—	—	—
	200	-8.2	-8.2	○	●	○	○	●	●	○
	500	-8.3	-8.1	○	○	○	○	●	○	○
51	0	-8.5	-8.8	●	●	○	○	—	—	—
	200	-8.5	-8.8	○	●	○	○	●	●	○
	500	-8.8	-8.7	○	●	○	○	○	○	○
52	0	-8.4	-8.5	●	●	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.4	○	●	○	○	●	●	○
	500	-8.4	-8.5	○	●	○	○	●	●	○
53	0	-8.5	-8.6	●	●	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-8.4	●	●	○	○	●	●	●
	500	-8.3	-8.5	○	●	○	○	●	●	○
54	0	-8.5	-8.6	●	●	○	○	—	—	—
	200	-8.5	-8.5	○	●	○	○	●	●	●
	500	-8.3	-8.5	○	●	○	○	●	●	○

【0311】本実験例において、帶電部材の帶電性、感度特性、画質の確認を行った結果、いずれも良好なレベルであった。また、この正規極性に帶電した現像剤を使用した場合でも、現像工程において、かぶりや画像特性、すなわち現像性の劣化は見られなかった。さらに、プロセススピードを通常の状態の100～500%まで変化させて、上記同様の評価を行った結果、上記と同様の良好な結果が得られた。また、現像剤の凝集度を振って同様に評価を行った結果、凝集度が35～70%、より好ましくは60%以下の時に良好な結果が得られた。

【0312】これは、現像兼回収が高効率になされ、回収不良が抑制されたことによるかぶり防止、また吐き出し現像剤の極性が正規の極性に回復していることにより、現像手段中の現像剤の劣化が防止されたことによると考えられる。

【0313】<実験例11>本実験例では、先の実験例で用いたφ80感光体用評価機（前記の改造機）に代えてφ30感光体用評価機を用いた。φ30の感光体用評価機には、キヤノン製GP405を改造した物を使用した。φ30感光体用評価機の構成の概略を、図2を用いて説明すると、潜像光源217からのレーザーの波長を670nmに変更し、解像度は1200dpiとし、また除電手段208は660nmにピーク波長を有するLEDに変更した。さらに、帶電部材201を上記IR5000改造機と同様に、芯金と弹性部材とからなり表面に導電性微粒子を有する帶電部材に変更した。

【0314】感光体は、φ30のアルミシリンダーを基板に、先の実験例で使用した物と同様の表面層を有するa-Si感光体を作製し、これらを用いた。帶電部材、導電性微粒子とも、先の実験例で用いたのと同じ材料のものを使用した。現像剤は実験例1で用いた、平均粒径7.5、凝集度が65%のものを用いた。

【0315】プロセススピードは改造前のGP405の通常運転条件の範囲内である210mm/secとし、ウレタン系導電性弹性部材からなる帶電部材の当接幅は6mm、帶電部材の駆動速度は感光体に対して相対速度差比150%とした。この状態で、先の実験例と同様に帶電電位差△V、さらにクリーナーレスの状態で、300k枚の耐久試験を行い、各部位での現像剤の帶電量、及び画像特性を評価した。

【0316】結果、Zの値が-20以下、より好ましくは-30以下、最適には-40以下の時に、良好な結果を得られた。また、現像剤の凝集度を振って評価した結果、先の実験例と同様に、凝集度が35～70%、より好ましくは60%以下のときに良好な結果が得られた。さらにプロセススピードを通常の状態の100～350mm/secまで変化させて、上記同様の評価を行った結果、上記と同様の良好な結果が得られた。

【0317】また、実験例9と同様に帶電部材をTwinkローラ系にし、上流側を相対速度差が80%のカウンター駆動に、下流側を相対速度差が20%の順方向駆動にして耐久を行ったところ、実験例9と同様に良好な結果が得られた。これは、現像兼回収が高効率になされ、回収不良が抑制されたことによるかぶり防止、また吐き出し現像剤の極性が正規の極性に回復していることにより、現像手段中の現像剤の劣化が防止されたことによると考えられる。

【0318】<実験例12>φ80感光体用、及びφ30感光体用の評価機について、現像手段を接触現像方式に改造し、現像剤を接触現像用の現像剤にした。現像剤は、非磁性トナーと磁性キャリアを有するものとした。該トナーの平均粒径は7.3μm、平均円形度は0.982、モード円形度は1.00、外添微粒子は平均粒径9nmの疎水性シリカ微粉体を使用し、凝集度が50

%、外添剤遊離率が0.5%の物を使用した。 $\phi 80$ 感光体では500K枚、 $\phi 30$ 感光体では300K枚の耐久試験を先の実験例と同様に行った。

【0319】 $\phi 80$ 感光体を用いた耐久試験において、プロセススピードと現像剤の種類の条件を固定し、感光

体の種類、導電性微粒子の種類、帶電部材の種類、相対速度差比の条件を変えた耐久試験の試験条件を表22に、その評価結果を表23にそれぞれ示す。

【0320】

【表22】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	導電性微粒子		プロセ ススピード [nm/sec]	帯電部材			現像剤	AV [V]	式(3) Z値
		種類	抵抗 [Ω·cm]		種類	抵抗 [Ω·cm]	相対速度 差比[%]			
55	0.5	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$	260	シリコン タブ	$5 \times 10^3$	40	7.3	50	-29 -247
56	2.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$				-22 -218
57	5.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$				-17 -184
58	20.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$				-3 -37
59	30.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$				-3 -38
60	0.5	Aストラ / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン ゴム	$8 \times 10^3$				-6 -51
61	30.0	Sbt- 酸化チタン	$2 \times 10^4$		シリコン ゴム	$5 \times 10^3$				-2 -25
62	0.5	Sbt- 酸化チタン	$2 \times 10^3$		シリコン タブ	$6 \times 10^3$				-20 -170

【0321】

【表23】

実験 No.	耐久 枚数 (枚)	スリーフ上 吐出し 帶電量 [pC/g]	西質				耐久性			
			かぶり	回収性	均一性	持続	感光体 耐久性	現像 耐久性	面質 耐久性	帶電 耐久性
55	0	-8.5	-9.8	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.8	○	○	○	○	○	○	○
56	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
	600	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
57	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○
58	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○
59	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
60	0	-8.6	-8.6	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○
61	0	-8.6	-8.5	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○
62	0	-8.6	-8.6	○	○	○	○	-	-	-
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○

【0322】また、 $\phi 80$ 感光体を用いた耐久試験において、現像剤の種類の条件を固定し、感光体の種類、導電性微粒子の種類、プロセススピード、帶電部材の種類、相対速度差比の条件を変えた耐久試験の試験条件を

表24に、その評価結果を表25にそれぞれ示す。

【0323】

【表24】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	導電性微粒子		プロセ ススピード [nm/sec]	帯電部材			現像剤	AV [V]	式(3) Z値
		種類	抵抗 [Ω·cm]		種類	抵抗 [Ω·cm]	相対速度 差比[%]			
63	20.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$	280	シリコン タブ	$5 \times 10^3$	200	7.3	50	-3 -37
64	30.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$	150			-4 -50
65	0.5	Aストラ / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン ゴム	$8 \times 10^3$	200			-6 -61
66	30.0	Sbt- 酸化チタン	$2 \times 10^4$		シリコン ゴム	$5 \times 10^3$	200			-3 -38
67	5.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$	40			-18 -173
68	5.0	酸化亜鉛 / 2.0	$8 \times 10^2$		シリコン タブ	$5 \times 10^3$	40			-14 -161

【0324】

【表25】

実験 No.	耐久 枚数 (枚)	X-Y'上 トリガ [μC/g]	吐出し 帶電量 [μC/g]	画質				耐久性			
				かぶり	回収性	均一性	滑むら	感光体 耐久性	現像 耐久性	画質 耐久性	帯電 耐久性
				○	○	○	○	○	○	○	○
63	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
64	0	-8.5	-8.5	●	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
65	0	-8.5	-8.6	●	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	○	○	○	○	○
66	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
67	0	-8.5	-8.5	●	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	●	○	○	○	○	○	○
68	0	-8.5	-8.5	●	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	○	○	○	○	○	○	○	○

【0325】結果、 $\phi 80$ 、 $\phi 30$ 共に、式(3)のZが-20以下、より好ましくは-30以下、最適には-40以下の時に、かぶりや画像特性、すなわち現像性の劣化がない良好な画質を維持できた。これは、現像兼回収が高効率になされ、回収不良が抑制されたことによるかぶり防止、及び、吐き出し現像剤の極性が正規の極性に回復していることにより現像手段中の現像剤の劣化が防止されたこと、によると考えられる。

【0326】また、吐き出し現像剤の回収性、すなわち黒帯後のかぶりが非常に良好であった。これは、現像手段における現像剤担持体、乃至は現像剤の穂が感光体に接触している為に、電界により現像剤が飛翔して回収される非接触現像方式よりも回収性におけるラチチュードが広いものと考えられる。

【0327】また、現像剤の凝集度を振って評価した結果、先の実験例と同様に、凝集度が35~70%、より好ましくは60%以下のときに良好な結果が得られた。さらに、先の実験例と同様にプロセススピードを、 $\phi 80$ 評価機は100~480mm/secまで、 $\phi 30$ 評価機は100~350mm/secまで変化させて評価を行った。なお、 $\Delta V$ は、帯電部材、駆動速度等の構成条件ごとに測定した。いずれのプロセススピードにおいても、式(3)のZが-20以下、より好ましくは-30以下、最適には-40以下の時に、かぶりや画像特性、すなわち現像性の劣化がない、良好な画質を維持で

きた。

【0328】<実験例13>感光体には、a-C:H表面層を有する $\phi 80$ 及び $\phi 30$ のものを作製し、これらを用いた。なお、表面層中のSi含有量は、数100ppmから5%までの範囲で振った。導電性微粒子としては酸化錫をベースに、アンチモン(Sb)や燐(P)、タンクスチン(W)等を混入した物を使用した。また、帯電部材はEPDMや、ウレタンゴム等を主成分とする様々なものを作製した。上記の感光体、導電性微粒子、及び帯電部材を様々に組み合わせて、先の実験例と同様に帯電電位差 $\Delta V$ を測定した。本実験例のうち、Si含有量が0.1%以上の感光体を用いた耐久試験の試験条件を表26に、その評価結果を表27にそれぞれ抜粋して示す。

### 【0329】

【表26】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	プロセス スピード [mm/sec]	帯電部材 種類	現像剤		$\Delta V$ [V]	式(3) Z値
				粒径 [μm]	凝集度 [%]		
69	0.5					-2	-17
70	1.5					-2	-19
71	5.0					-1	-11
72	0.6					-1	-9
73	0.1					1	-7

### 【0330】

【表27】

実験 No.	耐久 枚数 (枚)	X-Y'上 トリガ [μC/g]	吐出し 帶電量 [μC/g]	画質				耐久性			
				かぶり	回収性	均一性	滑むら	感光体 耐久性	現像 耐久性	画質 耐久性	帯電 耐久性
				○	○	○	○	○	○	○	○
69	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.4	-9.2	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	○	○	○	●	○	○	●	○
70	0	-8.5	-8.6	●	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	●	○	○	○	●	○
71	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.3	-8.5	●	○	○	●	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	●	●	○	●	○	●	●	○
72	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	○	—	—	—
	200	-8.3	-8.3	●	○	○	●	○	○	●	○
	500	-8.3	-8.4	●	●	○	●	○	●	●	○
73	0	-8.5	-1.0	○	○	○	○	—	—	—	—
	200	-8.4	1.6	●	○	○	●	○	●	●	●
	500	-8.2	1.5	●	●	○	●	○	●	●	●

【0331】 $\Delta V$ が-20Vより大となる感光体、帯電部材、導電性微粒子の組み合わせで先の実験例と同様の

評価を行った結果、帯電部材からの吐き出し現像剤の平均帶電量は正規の極性に戻っていない、乃至は、極性は

正規側でも帶電量が小、すなわちほぼ中性に近い状態であった。

【0332】この状態で、接触現像方式にして耐久を行った結果、現像器中に極性が反転した現像剤が混入し、濃度低下など、現像性の低下や、反転現像剤によるかぶりなどの画質の劣化が見られた。

【0333】また、IR5000、及びGP405の通常の現像方式、すなわち非接触の現像方式にして評価を行った結果、転写残トナーの回収性が低下し、かぶりが発生した。特に黒帯後のかぶりについては画質低下が顕著であり、吐き出し現像剤が正規化されていない、乃至は正規化が不十分な事に起因すると思われる回収性不良が見られた。

【0334】また、現像手段へのバイアス調整等により強制的に回収した場合、現像性の低下やかぶりの悪化などの現象が見られた。また、現像期中の特定の現像剤が現像される、いわゆる選択現像が発生し、耐久による画質低下が生じた。

【0335】<実験例14>本実験例では、現像剤には実験例1で作製したトナー粒子と、外添剤として実験例1で使用した疎水性シリカ微粉体、またチタニア等を使用した。ここでは、トナー粒子100質量部に対し、上記のごとき外添剤1.0~2.0部を加え、実験例1のように攪拌羽根の周速及び混合時間を振って様々な凝集度の現像剤を作製し、これらを用いた。導電性微粒子としては先の実験例で用いられた酸化亜鉛粒子を使用した。

【0336】また、感光体には、a-C:H表面層でSi含有量を振った物を、φ30、φ80共に作製し、これらを用いた。評価機は、先の実験例で使用したGP405改造機、IR5000改造機をそれぞれ使用した。また、帶電部材と感光体との当接幅はφ30では6mm、φ80では7mmとし、相対速度差250%で駆動させた。

【0337】上記の導電性微粒子と感光体を使用し、先の実験例と同様に帶電電位差△Vを測定した。この内、帶電電位差△Vが-20以下となる感光体、導電性微粒子、帶電部材等の組み合わせを用いて、先の実験例と同様に基準のプロセススピードで耐久試験を行い、さらにプロセススピードを振って耐久試験を行った。結果のうち、基準のプロセススピードで、かつSi含有量が5%のφ80感光体を用いた場合の耐久試験の試験条件を表28に、その評価結果を表29にそれぞれ示す。

【0338】

【表28】

実験 No.	感光体 表面 Si含有 量[%]	プロセス スピード [mm/sec]	帶電部材 種類	現像剤		△V [V]	式(3) Z値
				粒径 [μm]	凝集度 [%]		
74				7.5	10	-2	-22
75				7.3	20	-3	-32
76				7.5	33	-2	-22
77	5.0	260	クリクン	7.3	38	-3	-32
78				7.5	65	-2	-22
79				7.4	70	-4	-43
80				7.6	72	-3	-32

【0339】

【表29】

実験 No.	耐久 枚数 [枚/g]	スリフ上 吐出し 電荷 [A/C/g]	吐出し 電荷 [A/C/g]	現像剤			耐久性		
				かぶり	回収性	均一性	掃むら	感光体 耐久性	現像 耐久性
74	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—
	200	-8.2	-9.2	●	○	○	○	○	○
	500	-8.2	-8.6	●	○	○	●	○	●
76	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—
	200	-8.4	-8.4	●	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	●	○	○	●	○	●
77	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○
	500	-8.4	-8.2	●	○	○	○	●	○
78	0	-8.5	-8.6	○	○	○	○	—	—
	200	-8.4	-8.4	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○
79	0	-8.5	-8.5	○	○	○	○	—	—
	200	-8.3	-8.5	○	○	○	○	○	○
	500	-8.3	-8.4	○	○	○	○	○	○
80	0	-8.5	-8.0	○	○	○	○	—	—
	200	-8	-7.2	●	○	○	●	○	●
	500	-7.2	-5.6	●	○	○	●	●	●

【0340】結果、凝集度が70%を超えている物は現像剤が正規化され難かったり、帶電性の劣化が激しく、濃度低下などの画質低下が発生した。これは、個々の現像剤が溝通なく摺擦されないため、正規化されない現像剤が帶電部材上に残留し、複数回の摺擦を受けるために、結果として現像剤自体の劣化が生じた物と考えられる。

【0341】また、現像剤担持体上への、現像剤のコート量制御が困難であったり、現像手段中の摩擦機構に

よる帶電付与が不十分であったりするため、現像特性が低下する場合があった。他にも感光体と現像剤の接着性や、現像剤同士の接着性が強く、転写性が低下したりする場合があった。

【0342】一方、凝集度が30%未満の現像剤を使用した場合には、回収性・黒帯後のかぶりは良好であったが、帶電部材と感光体の相対速度差比が大きい時など、吐き出し現像剤が感光体表面から離れ、いわゆる飛び散り状のかぶり等が発生する場合があった。また、凝集度

が低く、流動性が過剰な為に、現像剤担持体上への、現像剤のコート量制御が困難になったり、現像手段での摩擦機構による帶電付与が不十分になったりするため、現像特性が低下する場合があった。凝集度が高すぎる場合、低すぎる場合ともに、特にプロセススピード高速側で上記の現象が発生し易い傾向にあった。

【0343】また、この状態で、接触現像方式にして耐久を行った結果、現像器中に極性が反転した現像剤が混入し、現像性の低下や反転現像剤によるかぶりなどの画質の劣化が見られた。

#### 【0344】

【発明の効果】本発明によれば、炭素原子及びケイ素原子を少なくとも含有する非晶質の表面層を有する感光体と、この感光体に接觸して設けられる帶電部材と、凝集度が35%以上70%以下であって、結着樹脂及び着色剤を少なくとも含有し、前記感光体の帶電極性と同極性の帶電極性を示すトナー粒子を有する現像剤を用いるクリーナーレスの画像形成であって、表面層中のケイ素原子含有量と、帶電部材の電位と感光体の表面電位との差である帶電電位差とから規定される数値(Ζ)を規定することにより、現像手段での、吐き出し現像剤の回収性が格段に向上すると共に、元来現像装置内にある現像剤への悪影響を防止し、高画質な画像を長期にわたり安定して供給することができた。また、帶電部材への現像剤の大量混入が抑制された。

【0345】また、本発明によれば、現像剤自体についても、正規の極性に効率よく戻され、現像手段に回収される為に、感光体や帶電部材等との摺擦を受ける回数が減少すること等により、現像手段内外での現像剤の劣化が抑止され、メンテナンスフリーについても同様に効果を得られた。

【0346】また、本発明によれば、凝集度が制御された現像剤とΖの値が制御された組み合わせを使用することにより、帶電工程における現像剤の滞留が抑制され、帶電工程における現像剤の絶対量が少ないと、或いは帶電工程中で現像剤が流動し、現像剤が局所的に存在することが実質的に解消されることにより帶電均一性が向上し、これにより、特に高速系での帶電不良ムラ、いわゆる「掃きムラ」を抑制することができる。

【0347】また、本発明によれば、吐き出し現像剤が正規の帶電極性にあり、トリボを持った状態で現像スリープに供給されることにより、局所的なトリボの変動やスリープコート量の変動が抑制され、このことにより、現像の履歴が現像スリープ上に残留し、次のスリープ周回で画像均一性が低下する、いわゆるスリープゴーストが低減できた。

【0348】また本発明では、Ζの値が-30以下であると、現像手段中の現像剤と転写残トナーとの摩擦帶電量の均一化を図る上でより効果的であり、-40以下であるとより一層効果的である。また本発明では、Ζの値

が-300以上であると、良好な画像を長期にわたり安定して形成する上でより一層効果的である。

【0349】また、本発明では、Yの値が1,000以上であると、転写残トナーの正規化を十分に行う上でより一層効果的であり、Yの値が200,000以下であると、感光体の高い耐久性を維持する上でより一層効果的である。

【0350】また、本発明では、現像剤の着色剤が磁性粉体であると、現像手段からの現像剤の漏れを防止し、かつ転写残トナーの回収性を高める上でより一層効果的である。

【0351】また、本発明では、現像剤の凝集度が60%以下であると、転写残トナーの正規化を十分にしつつ、優れた現像特性や定着特性等を実現する上でより一層効果的である。

【0352】また、本発明では、現像剤の平均円形度が0.950以上0.995以下であると、現像剤の凝集性を低減し、かつ優れた現像特性や帶電特性等を実現する上でより効果的であり、現像剤のモード円形度が0.99以上であると、より一層効果的である。

【0353】また、本発明では、帶電部材は、前記感光体に対してカウンター駆動すると、感光体の良好な帶電を実現する上でより一層効果的である。

【0354】また、本発明では、複数の帶電部材を用い、これらの帶電部材のうち少なくとも一つを感光体に対して順方向駆動させると、転写残トナーの回収性及び帶電均一性に優れ、かつ感光体の優れた耐久性を維持する上でより一層効果的である。

【0355】また、本発明では、帶電部材に印加される電圧は、交流電圧が重畠されたものであると、感光体の良好な帶電を実現する上でより一層効果的である。

【0356】また、本発明では、帶電部材には、芯金と、この芯金に支持される中抵抗の弾性部材とを有する帶電部材を用いると、感光体の良好な帶電を実現する上でより一層効果的である。

【0357】また、本発明では、79.6kA/mにおける飽和磁化が10Am<sup>2</sup>/kg以上50Am<sup>2</sup>/kg以下である現像剤を用いると、現像剤の磁気凝集を適正な範囲に制御し、かつ現像特性を確保する上でより一層効果的である。

【0358】また、本発明では、現像剤の摩擦帶電量が-15μC/g以上-3μC/g以下であると、現像特性を良好に保つ上でより一層効果的である。

【0359】また、本発明では、現像剤のトナー粒子における結着樹脂は、スチレン、アクリル酸及びそのエステル、及びポリエステルのうち、少なくとも一種以上を主原料とする樹脂であると、現像剤の優れた現像特性、定着特性、及び耐久性を実現する上でより一層効果的である。

【0360】また、本発明では、現像剤のトナー粒子

は、表面に金属酸化物粒子を有すると、感光体と帶電部材との接触部位に導電性微粒子を安定して供給する上でより一層効果的である。

【0361】また、本発明では、導電性微粒子の体積抵抗が $10^9 \Omega \text{ cm}$ 以下であると、感光体の帶電を促進する上でより一層効果的である。

【0362】また、本発明では、導電性微粒子には、少なくともその表面に金属酸化物を有する導電性微粒子を用いると、導電性微粒子の抵抗を調整し、あるいは現像剤の帶電極性を制御する上でより一層効果的である。

【0363】また、本発明では、現像部位に露光を照射するIAE (Image Area Exposure) 方式で静電潜像を形成すると、反転現像を実現する上でより一層効果的である。

【0364】また、本発明では、非接触現像で静電潜像を現像すると、感光体や現像剤の良好な耐久性を実現しつつ高画質の画像を形成する上でより一層効果的である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるV1及びV2を測定する測定装置の一例を示す概略図である。

【図2】本発明の画像形成装置の一例を示す概略図である。

【図3】本発明に用いられる帶電部材の一例を示す概略図である。

【図4】本発明に用いられる帶電部材の他の例を示す概略図である。

【図5】本発明に用いられる感光体と現像手段の一例を示す概略図である。

【図6】本発明に用いられる導電性微粒子の体積抵抗を測定する測定装置を示す概略図である。

【図7】本発明に用いられる感光体の層構造の一例を示す図である。

【図8】本発明に用いられる感光体の層構造の他の例を示す図である。

【図9】本発明に用いられる感光体の層構造の他の例を示す図である。

【図10】本発明に用いられる感光体の層構造の他の例を示す図である。

【図11】本発明に用いられる感光体の層構造の他の例を示す図である。

【図12】本発明に用いられる感光体の層構造の他の例を示す図である。

【図13】本発明に用いられる感光体を製造する製造装置の一例を示す概略図である。

【図14】本発明に用いられる感光体を製造する製造装置の他の例を示す概略図である。

【図15】二つの要素間における帶電系列を説明するための図である。

【図16】別の二つの要素間における帶電系列を説明す

るための図である。

【図17】三つの要素間における帶電系列を説明するための図である。

【図18】特定の要素の帶電性が変化したときの三つの要素間における帶電系列を説明するための図である。

【図19】帶電部材と感光体とがカウンター駆動するときの転写残像剤の軌跡を示す図である。

【図20】帶電部材と感光体とが順方向駆動するときの転写残像剤の軌跡を示す図である。

【図21】帶電部材の駆動条件と評価結果との相関を示す図である。

【図22】表面層処方におけるSiH<sub>4</sub>の混合比と表面層のSi含有量との相関を示す図である。

【図23】二つの帶電部材を有する構成を示す概略図である。

【図24】導電性微粒子に対する現像剤混入量と帶電電位変動との相関を示す図である。

#### 【符号の説明】

101 微粒子容器

42、102、202、600 感光体

103、201、301(a)、301(b) 帯電部材

104 除電光

105 表面観察手段

106、107 電位検出手段

108 除去部材

109、208 除電手段

110 電源

111 コート制御手段

112 感光体表面温度測定手段

a 帯電部材の駆動方向

b 感光体の駆動方向

201a 上流側帶電部材

201b 下流側帶電部材

203 画像信号付与手段

204 現像手段

205 給紙経路

206(a) 転写手段

206(b) 分離手段

207 搬送系

209 内部電位センサ

210 定着手段

211 加熱ローラ

212 加圧ローラ

213 原稿

214 原稿台

215 光源

216 スキャナ

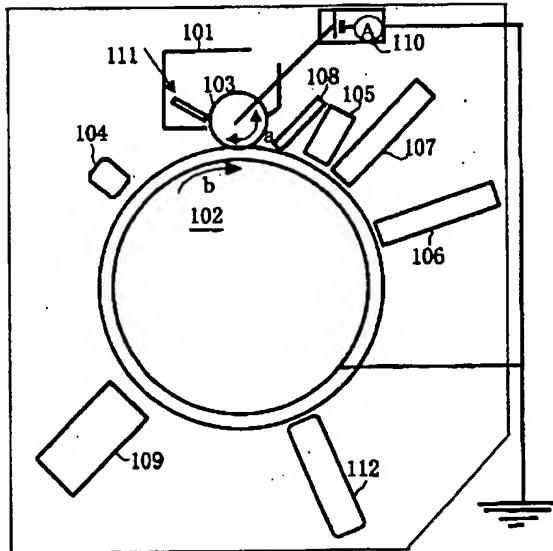
217 潜像光源

218 ミラー

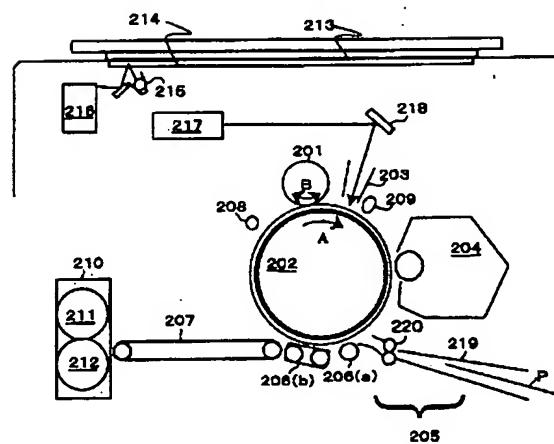
219 紙系  
 220 レジスタローラ  
 301 (a)-1 導電性微粒子  
 301 (a)-2 弹性部材  
 301 (a)-3 芯金  
 301 (b)-1 磁性粒子  
 301 (b)-2 支持部材  
 41 現像スリーブ  
 e 現像剤の移動(ジャンピング)方向  
 A セル  
 d 試料の厚さ  
 1、2 電極  
 3 ガイドリング(円筒)  
 4 電流計  
 5 電圧計  
 6 電源  
 7 粉体試料  
 8 保持具  
 601、3112、4112 導電性基体  
 602 感光層  
 603 光導電層  
 604 表面層

605 下部電荷注入阻止層  
 605' 上部電荷注入阻止層  
 606 自由表面  
 607 電荷発生層  
 608 電荷輸送層  
 3100、4100 堆積装置  
 3111、4111 反応容器  
 3113、4113 基体加熱用ヒータ  
 3114 原料ガス導入管  
 3115 高周波マッチングボックス  
 3160 バルブ  
 3200 原料ガス供給装置  
 3211~3216 マスフローコントローラ  
 3221~3226 原料ガスポンベ  
 3231~3236 原料ガスポンベバルブ  
 3241~3246 ガス流入バルブ  
 3251~3256 ガス流出バルブ  
 3261~3266 圧力調整器  
 4114 電極及び原料ガス導入管  
 4120 基体回転用モーター  
 4121 排気管  
 4130 放電空間

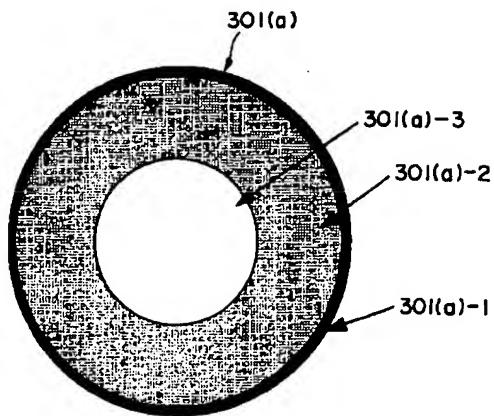
【図1】



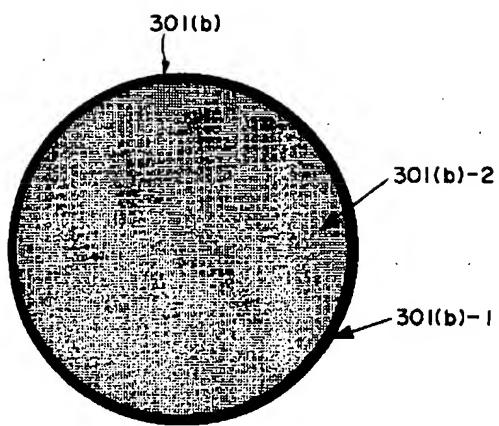
【図2】



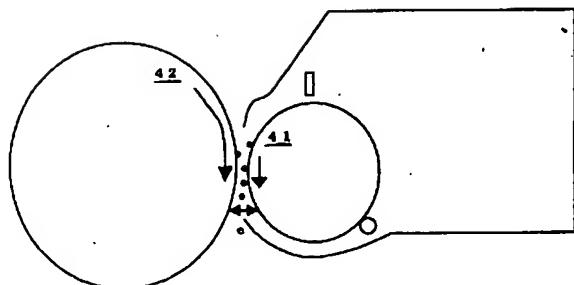
【図3】



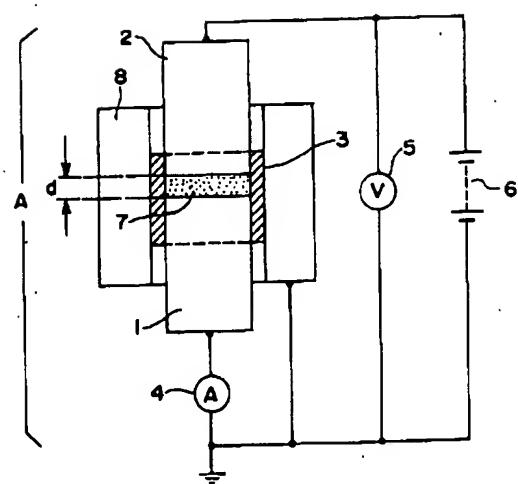
【図4】



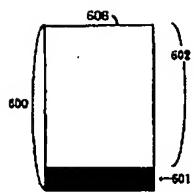
【図5】



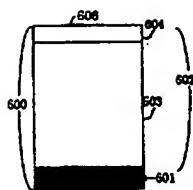
【図6】



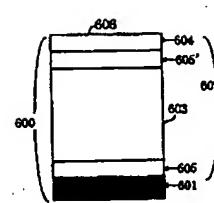
【図7】



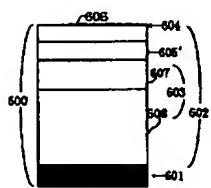
【図8】



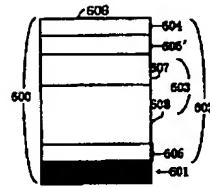
【図9】



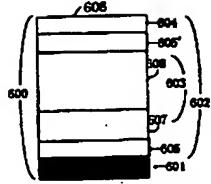
【図10】



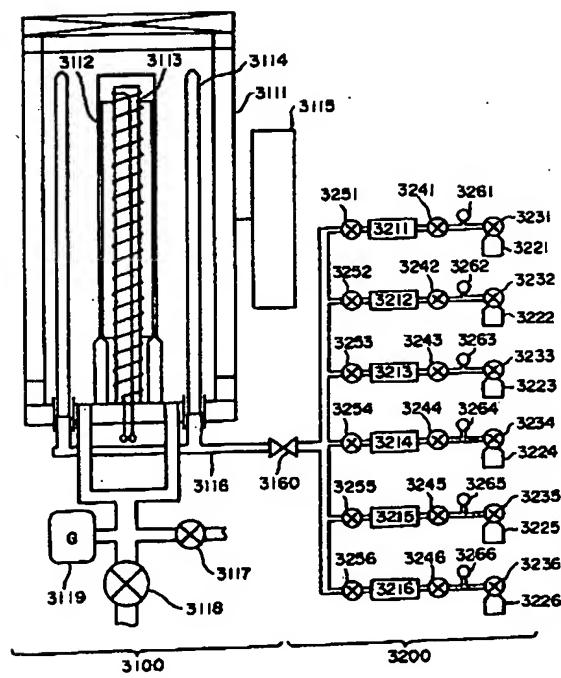
【図11】



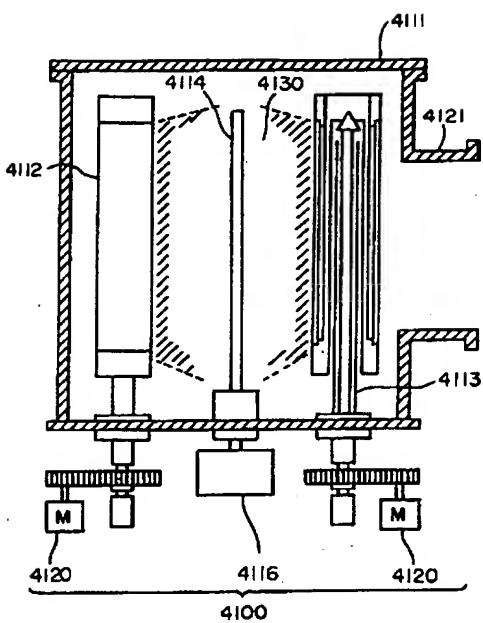
【図12】



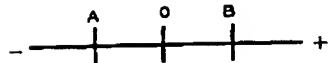
【図13】



【図14】

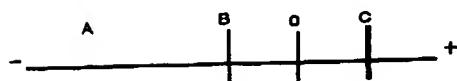
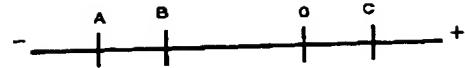


【図15】



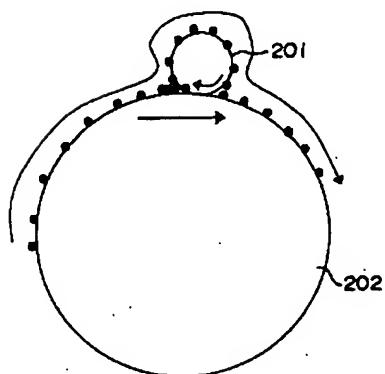
【図16】

【図17】

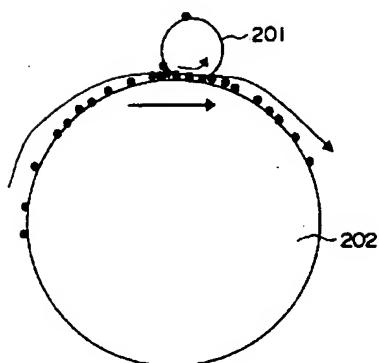


【図18】

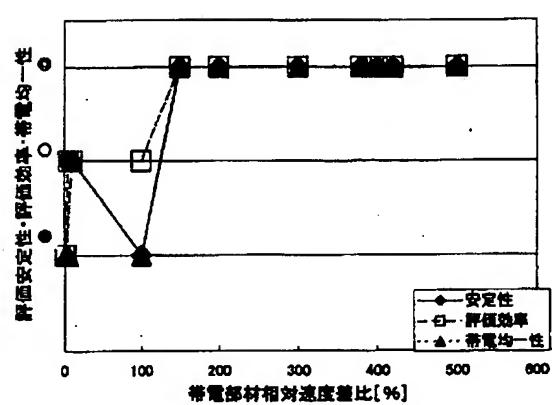
【図19】



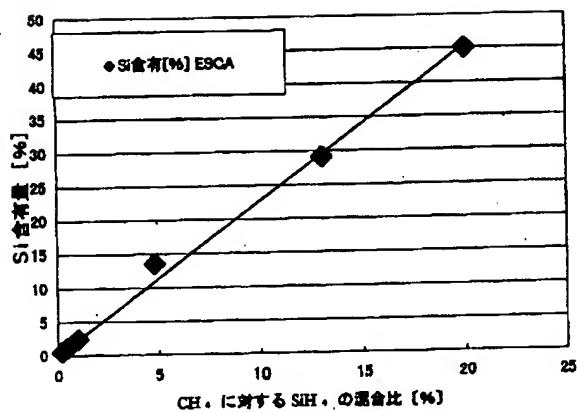
【図20】



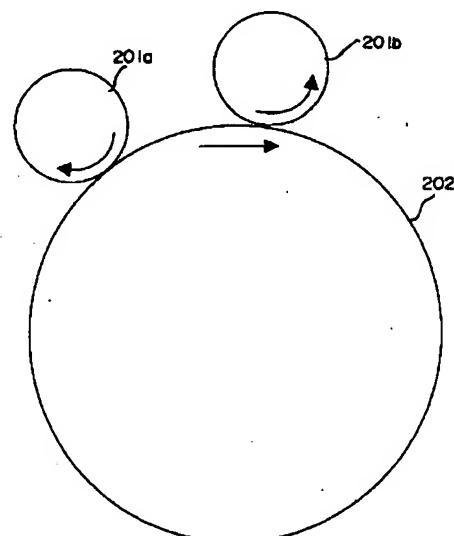
【図21】



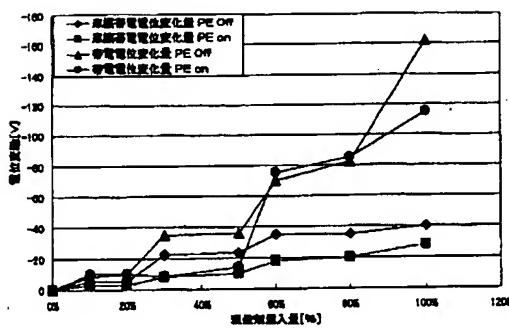
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マーク(参考)
G 0 3 G 9/097		G 0 3 G 15/08	5 0 7 B
15/08	5 0 7		5 0 7 L
21/00		9/08	1 0 1
21/10			3 0 1
			3 4 6
			3 2 5
			3 3 1

F ターム(参考) 2H005 AA01 AA02 AA08 AA15 CA04  
 CA08 CB07 CB08 CB12 DA02  
 EA01 EA02  
 2H068 DA05  
 2H077 AC16 AD36 BA07 EA16 GA00  
 GA17  
 2H134 GA01 GB02 HF13 JA05 JA11  
 KG01 KG03 KG07 KG08 KH01  
 KH06 KH16  
 2H200 FA07 FA12 GA18 GA23 GA35  
 GA46 GA54 GB14 GB37 HA03  
 HA21 HA29 HA30 HB12 HB22  
 HB43 HB45 HB46 HB47 HB48  
 LC02 MA03 MA14 MA20 MB06  
 MC02 MC06 MC14 MC15 PA03  
 PB04 PB05